



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Ingeniería Industrial
Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**Implementación de herramientas de Lean
Manufacturing en el área de producción de una
empresa de confección de ropa industrial**

TESINA

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR

Samuel RUÍZ HUAMANÍ

ASESOR

Jorge José ESPONDA VÉLIZ

Lima, Perú

2016



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Ruíz, S. (2016). *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de producción de una empresa de confección de ropa industrial*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.



ACTA N°021-DAcad-FII-2016

SUSTENTACIÓN DE TESINA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

El Jurado designado por la Facultad de Ingeniería Industrial, reunido en acto público en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Industrial, el día **Jueves 13 de Octubre de 2016**, a las 10:00 horas, dio inicio a la sustentación de la tesina:

"IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN DE ROPA INDUSTRIAL"

Que presenta la Bachiller:

RUÍZ HUAMANI, SAMUEL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial en la Modalidad: **Perfeccionamiento Profesional**.

Luego de la exposición, absueltas las preguntas del Jurado y siendo las 11:15 am horas se procedió a la evaluación secreta, habiendo sido Aprobado por Unanimidad con la calificación promedio 1.8 (Dieciocho) lo cual se comunicó públicamente.

Ciudad Universitaria, 13 de Octubre de 2016

MG. RIVERA POMA JUAN MANUEL
Presidente

ING. ARROYO SALAZAR JORGE HUGO OMAR
Miembro

MG. ESPONDA VÉLIZ JORGE JOSÉ
Asesor

ÍNDICE GENERAL

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1 FORMULACION.....	6
1.1.1 PROBLEMA GENERAL	6
1.1.2 PROBLEMA ESPECÍFICO	7
1.2 JUSTIFICACION	7
2. OBJETIVOS.....	7
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	7
3. MARCO TEORICO	7
3.1 ANTECEDENTES	7
3.2 BASES TEORICAS	8
3.2.1 CONCEPTO DE LEAN MANUFACTURING.....	8
3.2.2 PRINCIPIOS LEAN	9
3.2.3 TRES LIMITANTES DE LA PRODUCTIVIDAD.....	9
3.2.4 TIPOS DE DESPERDICIO	11
3.2.5 REQUISITOS PARA LA ELIMINACION DE DESPERDICIOS	13
3.2.6 CADENA DE VALOR.....	13
3.2.7 VALUE STREAM MAPPING (VSM)	14
3.2.8 FLUJO CONTINUO.....	31
3.3 HERRAMIENTAS LEAN.....	32
3.3.1 HERRAMIENTAS BASICAS.....	32
3.3.2 HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS	35

3.3.3 HERRAMIENTAS PARA MEJORA LA CALIDAD	37
3.3.4 HERRAMIENTAS PARA CONTROL DE PRODUCCION Y MATERIALES	39
3.3.5 HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL TIEMPO DE ENTREGA Y LA CAPACIDAD	49
3.3.6 HERRAMIENTAS PARA LA INTEGRACION Y CONTROL DE LA INFORMACION	59
3.4 HIPOTESIS	64
3.5 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	65
4. DISEÑO METODOLOGICO.....	66
4.1 DEFINIR:.....	66
4.1.1 SELECCIÓN DEL PRODUCTO:.....	66
4.1.2 DESCRIPCION DEL PRODUCTO:.....	68
4.1.3 FLUJO DE VALOR – IDENTIFICANDO PROCESOS.....	71
4.2 MEDIR	75
4.2.1 RECOLECCION DE DATOS EN PROCESOS	75
4.2.2 ESTABLECER INDICADOR.....	91
4.2.3 ESTABLECER METAS	91
4.3 ANALIZAR.....	92
4.3.1 ANALIZAR DESPERDICIOS	92
4.3.2 DIAGRAMA DE PARETO	93
4.4 MEJORAR	93
4.4.1 PROCESO DE COSTURA - SECUENCIA DE OPERACIONES.....	97
4.4.2 TAKT TIME (COSTURA – ACABADOS – ALM. DESPACHO).....	100
4.4.3 DIAGRAMA DE OPERACIONES (DOP) CAMISA VERSION CAM002	102
4.4.4 RESULTADOS DE ANALISIS DEL DOP CAMISA VERSION CAM002	103

4.4.5 ESTABLECIENDO LA CELULA DE MANUFACTURA EN PROCESO DE COSTURA	105
4.4.6 FUNCIONAMIENTO DE LAS CELULAS DE MANUFACTURA (PROCESO DE COSTURA).....	109
4.4.7 INTEGRACION DE PROCESOS DE COSTURA, ACABADOS, ALMACEN DE DESPACHO	112
4.4.8 CAPACITACION.....	118
4.5 CONTROLAR	120
4.5.1 VERIFICAR LOGROS:.....	124
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
6. CRONOGRAMA DE EJECUCION.....	128
7. RECURSOS NECESARIOS – PRESUPUESTO:.....	128
8. BIBLIOGRAFIA.....	130

ÍNDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1. VSM	15
GRAFICO 2 TIEMPO DE CICLO	16
GRAFICO 3 TIEMPO DE VALOR AGREGADO	16
GRAFICO 4 LEAD TIME	17
GRAFICO 5 TAKT TIME	17
GRAFICO 6 VSM-SIMBOLOGIA	18
GRAFICO 7 VSM-PROCEDIMIENTO	21
GRAFICO 8 VSM-FAMILIA DE PRODUCTOS	21
GRAFICO 9 VSM-FLUJO DE PROCESO.....	22
GRAFICO 10 VSM-FLUJO DE MATERIALES.....	23
GRAFICO 11 VSM-FLUJO DE INFORMACION	24
GRAFICO 12 VSM-RECOLECCION DE DATOS	25
GRAFICO 13 VSM-AGREGAR DATOS	26
GRAFICO 14 VSM-AGREGAR LINEA DE PROCESAMIENTO Y LEAD TIME	26
GRAFICO 15 VSM-MAPA ESTADO PRESENTE	27
GRAFICO 16 VSM-IDENTIFICACION DE OPORTUNIDADES	29
GRAFICO 17 VSM-ICONOS DEL ESTADO FUTURO	30
GRAFICO 18 VSM-MAPA DE ESTADO FUTURO	30
GRAFICO 19 FORMATO KAIZEN	31

GRAFICO 20 SEIRI	32
GRAFICO 21 SEITON	33
GRAFICO 22 SEISO	33
GRAFICO 23 SEIKETSU	33
GRAFICO 24 SHITSUKE	34
GRAFICO 25 CALCULO DE OEE	36
GRAFICO 26 RANGO OEE	37
GRAFICO 27 JIDOKA	38
GRAFICO 28 SEÑAL ANDON	39
GRAFICO 29 KANBAN	40
GRAFICO 30 TIPOS DE KANBAN	41
GRAFICO 31 KANBAN DE PRODUCCION	41
GRAFICO 32 KANBAN DE TRANSPORTE Y SEÑALADOR.....	42
GRAFICO 33 CICLO DE KANBAN	44
GRAFICO 34 EJEMPLO KANBAN	45
GRAFICO 35 HEIJUNKA BOX	47
GRAFICO 36 ESTABLECER RITMO DE PRODUCCION	48
GRAFICO 37 HEIJUNKA BOX - PROCEDIMIENTO	49
GRAFICO 38 DIAGRAMA SPAGHETTI.....	50
GRAFICO 39 EJEMPLO VSM ESTADO ACTUAL.....	51
GRAFICO 40 HOJA DE IDENTIFICACION DE DESPERDICIO	52
GRAFICO 41 BALANCE DE LINEA	53
GRAFICO 42 ASIGNACION DE OPERACIONES.....	54
GRAFICO 43 EJEMPLO DE VSM FUTURO	55
GRAFICO 44 DISEÑO DE CELULA DE MANUFACTURA	56
GRAFICO 45 SMED ACTIVIDADES EXTERNAS E INTERNAS	58
GRAFICO 46 HOJA DE CAPACIDAD DE OPERACION	59
GRAFICO 47 TRABAJO COMBINADO	60
GRAFICO 48 TRABAJO ESTANDARIZADO.....	60
GRAFICO 49 OPERACIÓN ESTANDAR	61
GRAFICO 50 LEAN ACCOUNTING	62
GRAFICO 51 LEAN ACCOUNTING VS. CONTABILIDAD TRADICIONAL.....	63
GRAFICO 52 MATRIZ DE CONSISTENCIA	65
GRAFICO 53 VISTA FRONTAL Y POSTERIOR DE CAMISA.....	70
GRAFICO 54 OP 4483 - LINEA DE TIEMPO.....	75
GRAFICO 55 PROCESO CLIENTE	76
GRAFICO 56 PROCESO JEFATURA DE PRODUCCION	77
GRAFICO 57 PROCESO PROVEEDOR DE TELAS & AVIOS	78
GRAFICO 58 PROCESO ALMACEN DE TELAS	79
GRAFICO 59 PROCESO ALMACEN DE AVIOS	80
GRAFICO 60 PROCESO ALMACEN DE DESPACHO	82
GRAFICO 61 PROCESO TIZADO Y CORTE	83
GRAFICO 62 PROCESO SERVICIO DE BORDADOS.....	84
GRAFICO 63 DIAGRAMA SPAGHETTI – MAQUINAS DISPONIBLES – DETALLE DE AREAS	87

GRAFICO 64 PROCESO DE COSTURA.....	88
GRAFICO 65 PROCESO ACABADOS.....	89
GRAFICO 66 VSM SITUACION INICIAL.....	90
GRAFICO 67 DIAGRAMA PARETO.....	93
GRAFICO 68 OP 4483 LINEA DE TIEMPO PRELIMINAR.....	94
GRAFICO 69 D.O.P CAMISA VERSION CAM 002.....	102
GRAFICO 70 CELULA DE MANUFACTURA.....	105
GRAFICO 71 CELULAS DE MANUFACTURA - 1ER CICLO.....	109
GRAFICO 72 CELULAS DE MANUFACTURA - 2DO CICLO.....	110
GRAFICO 73 CELULAS DE MANUFACTURA - 3ER CICLO.....	111
GRAFICO 74 BALANCE DE LINEA Y ASIGNACION DE OPERACIONES.....	114
GRAFICO 75 DIA 1 FLUJO CONTINUO - LAYOUT Y PLAN DE PRODUCCION.....	115
GRAFICO 76 VSM ESTADO FUTURO.....	117
GRAFICO 77 OP 4483 - LINEA DE TIEMPO PROPUESTO.....	128

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 REGISTRO DE OP 2014.....	67
TABLA 2 PORCENTAJE DE VENTAS ACUMULADO POR CATEGORIA Y VERSION.....	67
TABLA 3 HOJA DE INSUMOS (AVIOS).....	85
TABLA 4 DATOS PROCESO DE COSTURA.....	86
TABLA 5 INDICADOR.....	91
TABLA 6 ANALISIS DE DESPERDICIOS.....	92
TABLA 7 PRIORIZACION DE CAUSAS.....	92
TABLA 8 OPERACIONES CAMISA VERSION CAM002.....	97
TABLA 9 COMPARACION TIEMPO DE ARMADO DE PIEZAS VS ENSAMBLAJE.....	104
TABLA 10 PRODUCCION DE LINEA DE ARMADO DE PIEZAS Y ENSAMBLAJE EN 29:13 MIN.	104
TABLA 11 ACTIVIDADES Y NUMERO DE OPERARIOS NECESARIOS.....	113
TABLA 12 DIA 1 FLUJO CONTINUO - PLAN DE PRODUCCION.....	120
TABLA 13 DIA 2 FLUJO CONTINUO - PLAN DE PRODUCCION.....	121
TABLA 14 DIA 3 FLUJO CONTINUO _ PLAN DE PRODUCCION.....	122
TABLA 15 COMPARATIVA - META DIARIA VS PRODUCCION DIARIA.....	123
TABLA 16 SITUACION INICIAL VS SITUACION FUTURA - INDICADORES Y METAS.....	124
TABLA 17 SITUACION INICIAL VS SITUACION FUTURA - T.V.A VS T.N.V.A.....	124
TABLA 18 RESUMEN - SITUACION INICIAL VS FUTURA.....	125
TABLA 19 COSTOS PERSONAL DE PRODUCCION - SITUACION INICIAL VS FUTURA.....	129
TABLA 20 COSTOS PARA IMPLEMENTAR CELULAS DE MANUFACTURA.....	129

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al entorno cambiante del ambiente de negocios en el que se encuentran las empresas manufactureras, se presenta un escenario que obliga a las empresas de este sector a la continua implementación de las buenas prácticas, principios y tecnologías de gestión para mantener la competitividad.

Problemas tales como la entrega del producto a destiempo, el incumplimiento de los requisitos de calidad exigidos, afrontar órdenes de producción que implican diferentes volúmenes y modelos etc., son solo algunos con las que tienen que lidiar las empresas manufactureras actualmente; En este sentido la Metodología Lean Manufacturing se presenta como una alternativa para abordar estos desafíos y lograr la competitividad.

Por este motivo, se propone analizar e implementar mejoras en el sistema productivo de una empresa manufacturera textil del sector de confecciones cuyo problema principal son los retrasos en el tiempo de entrega a los clientes, Este proceso de análisis y mejoras se llevara a cabo mediante la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing.

1.1 FORMULACION

1.1.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo reducir el Plazo de entrega (Lead Time) en la línea de producción estándar de una empresa textil de confecciones?

1.1.2 PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cómo identificar y analizar las causas que originan el problema principal?

¿Cómo ajustar la producción al ritmo de la demanda del cliente?

1.2 JUSTIFICACION

La aplicación de herramientas de Lean Manufacturing nos permitirá reducir el Plazo de entrega (Lead Time) y entregar la producción en el plazo acordado con el cliente.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar Lean Manufacturing para incrementar la productividad

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Cartografiar la situación actual a través del Mapa de la cadena de valor o Value Stream Mapping (VSM)
- Identificar el ritmo de la demanda del cliente a través de la implementación del Takt Time

3. MARCO TEORICO

3.1 ANTECEDENTES

La cantidad de empresas en Perú que implementan Lean Manufacturing pueden ser contadas con los dedos de la mano. Estas empresas son las más reconocidas en el mercado como Kimberly Clark, Grupo Gloria, Ajeper, Lindley, Alicorp, entre otras. La mayoría más enfocadas en implementar TPM y 5S como actividades necesarias y fundamentales para mejorar sus actividades y solucionar los problemas que tienen actualmente, pero no como modelo Lean; La principal herramienta del Lean Manufacturing que ha sido implementada en el Perú son las Actividades Kaizen a través de la participación del personal en las actividades de Mejora.

Fuente: <http://senseilean.blogspot.pe/2013/06/lean-manufacturing-en-el-peru-rumbo-al.html>

3.2 BASES TEORICAS

3.2.1 CONCEPTO DE LEAN MANUFACTURING

Según Rajadell, Sanchez (2010) Entendemos por Lean Manufacturing (en castellano “Producción ajustada”) como la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

Por lo tanto la organización que espera implementar Lean Manufacturing deberá estar enfocada fuertemente en la satisfacción del cliente, deberá estar disponible para remover los desperdicios en sus procesos y deberá tener la motivación de la búsqueda del crecimiento y la sobrevivencia en el mercado.

3.2.2 PRINCIPIOS LEAN

Los cinco mayores principios son los siguientes:

PRINCIPIO 1: Especificar con precisión el valor desde el punto de vista del cliente para los productos y los servicios

PRINCIPIO 2: Identificar la cadena de valor para los productos y servicios y remover los desperdicios a lo largo de la cadena de valor

PRINCIPIO 3: Hacer que los productos y servicios fluyan sin interrupción a través de la cadena de valor

PRINCIPIO 4: Autorizar producción de productos y servicios basados en sistema PULL como consecuencia de la demanda de los clientes

PRINCIPIO 5: Búsqueda de la perfección mediante la remoción constante de capas de desperdicios

3.2.3 TRES LIMITANTES DE LA PRODUCTIVIDAD

En todo proceso se realizan ciertas actividades de transformación cuya eficacia se mide por indicadores de productividad

Sin embargo en los negocios la Productividad no es infinita, esta se ve afectada por una gama muy amplia de problemas que limitan los resultados que se puedan obtener a partir de los recursos disponibles. Los ingenieros japoneses han clasificado estas limitantes en 3 grupos:

MURI: SOBRECARGA

MURA: VARIABILIDAD

MUDA: DESPERDICIO

SOBRECARGA:

Ocurre cuando a los operarios y/o las maquinas se les exige que produzcan más allá de sus límites naturales o de sus capacidades

VARIABILIDAD:

Se refiere a la falta de uniformidad generada desde los elementos de entrada de los procesos, como los materiales, las especificaciones, el entrenamiento, las habilidades, los métodos y las condiciones de la maquinaria, esto produce a su vez, una falta de uniformidad en los procesos, lo que se traduce en la generación de productos y servicios que tampoco son uniformes, es decir muestran variabilidad.

DESPERDICIO:

Todo aquello que consume recursos y no aporta valor para el cliente y los procesos. Toda actividad que se considere inútil o innecesaria.

3.2.4 TIPOS DE DESPERDICIO

Diferentes tipos de desperdicios en un proceso pueden ser categorizados en las siguientes categorías. Estos desperdicios reducen la eficiencia de la producción, calidad de trabajo así como incrementa el tiempo de entrega de la producción

- a) **SOBREPRODUCCION:** Producir más ítems de los requeridos, producir ítems sin ordenes actuales creando exceso de inventario, originando uso innecesario de recursos, área de almacenamiento, transporte etc.
- b) **ESPERA:** Trabajadores esperando por materia prima, maquinaria, información etc. Esto es conocido como espera y es desperdicio de tiempo productivo, La espera puede presentarse de distintas formas por ejemplo, debido a no sincronización de la performance maquina/trabajador, fallas en máquinas, falta de conocimiento del trabajo desempeñado, stocks agotados etc.
- c) **TRANSPORTE INNECESARIO:** Largas distancias dentro de las operaciones del trabajo en proceso, transporte insuficiente, mover material de un lugar a otro
- d) **SOBREPROCESAMIENTO:** Trabajar en un producto más de lo requerido debido a distintas razones tales como Herramientas inadecuadas, falta de información, procedimientos errados etc. El sobreprocesamiento es el tipo de desperdicio de tiempo y maquinaria que no añada ningún valor al producto final.

- e) **EXCESO DE INVENTARIO:** Incluye exceso de materia prima, WIP, productos finales con largos tiempos de trabajo, obsolescencia, productos finales dañados, transporte, costos de almacenaje y retrasos, además el inventario extra esconde problemas tales como producción no balanceada, entregas tardías de parte de los proveedores, defectos, maquinas sin uso o actividad y largos tiempos de setup.

- f) **DEFECTOS:** No conformidades en las piezas procesadas son denominados como defectos, La reparación de partes defectuosas o producir partes defectuosas o reemplazo de partes debido a pobre calidad es desperdicio de tiempo y esfuerzo.

- g) **MOVIMIENTOS INNECESARIOS:** Cualquier desperdicio en los movimientos que los trabajadores tienen que hacer durante su trabajo se denomina Movimiento Innecesario, por ejemplo movimiento durante la búsqueda de una herramienta, trabajos con procesos cambiantes etc.

- h) **CREATIVIDAD DE LOS EMPLEADOS NO USADA:** Perdida de buenas ideas, mejoras, conocimientos y oportunidades de aprendizaje debido a no tener en cuenta recomendaciones de los empleados

3.2.5 REQUISITOS PARA LA ELIMINACION DE DESPERDICIOS

- Tener un fuerte liderazgo
- Tener la convicción de que es necesario apoyar la capacitación continua
- Tener una visión clara del futuro de la organización
- Tener planes y estrategias bien definidos
- Difundir las estrategias entre todo el personal
- Tomar conciencia de cuáles son los desperdicios que afectan a la empresa
- Reconocer el impacto que estos desperdicios tienen sobre la empresa
- Convencer plenamente al personal sobre la importancia de eliminar plenamente estos desperdicios
- Contar con una administración participativa

3.2.6 CADENA DE VALOR

Son todas las acciones (de valor agregado y de valor no agregado) requeridas para la creación de un producto.

VALOR AGREGADO: son todas aquellas operaciones que transforman el producto.

VALOR NO AGREGADO: son todas aquellas operaciones donde la materia prima no sufre alguna transformación.

Ejemplo:

Compra de un artículo:

Esperar al dependiente	15 min.		NAV
Pedir artículo	2 min.	AV	
Dependiente pregunta por art.	5 min.		NAV
Búsqueda de artículo	20 min.		NAV
Transporte de artículo	5 min.		NAV
Entregar artículo al cliente	2 min.	AV	
Inspección por el cliente	5 min.		NAV
Elaboración de factura	10 min.		NAV
Empaque del artículo	5 min.	AV	
Verificación de vigilancia	5 min.		NAV

Sólo el 12% de actividades agregan valor al servicio

3.2.7 VALUE STREAM MAPPING (VSM)

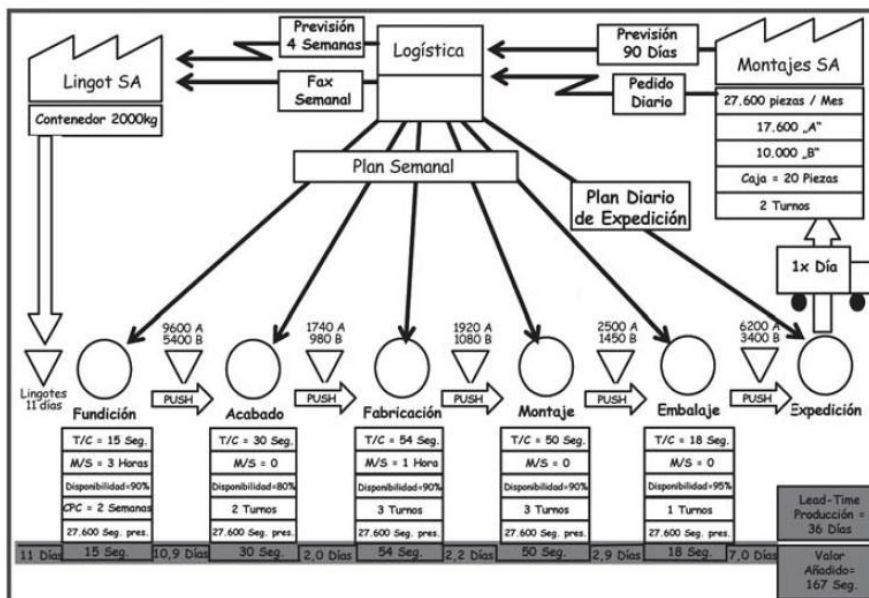
También conocido como el Mapa de la cadena de valor, Es una herramienta gráfica que ayuda a ver y entender el flujo de material e información mientras el producto o servicio pasa a través de la cadena del valor

- Ayuda a visualizar fuentes de desperdicio y cuellos de botella
- Proporciona un lenguaje común para hablar acerca de los procesos.
- Herramienta de comunicación altamente efectiva.
- Base para el plan de implementación.
- Muestra el enlace entre el flujo de información y el de material.

El VSM muestra:

- **El flujo de material**, de izquierda a derecha en la parte inferior del mapa
- **El flujo de información** que controla el flujo de material, de derecha a izquierda en la parte superior del mapa
- **Datos** que revelan el nivel de desperdicio con relación al tiempo de valor agregado en los varios procesos del flujo.

Grafico 1. VSM



Fuente: Rajadell & Sanchez (2010)

a) TIPOS DE VSM:

VSM DEL ESTADO ACTUAL:

Es un documento de referencia para determinar excesos en el proceso y documentar la situación actual. Permite detectar los cuellos de botella

VSM DEL ESTADO FUTURO:

Presenta la mejor solución a corto plazo para la operación, tomando en cuenta las mejoras que se van a incorporar en el sistema productivo; Es un plan de inicio para la construcción de un nuevo esquema de trabajo.

b) MEDICIONES IMPORTANTES:

TIEMPO DE CICLO (C/T):

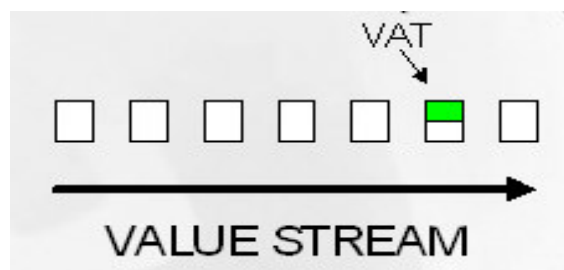
Tiempo que tarda una pieza en ser procesada en una operación, por medio de cronometraje directo



TIEMPO DE VALOR AGREGADO (VAT):

Tiempo de trabajo dedicado a las tareas de producción de tal forma que el cliente está dispuesto a pagar por el producto

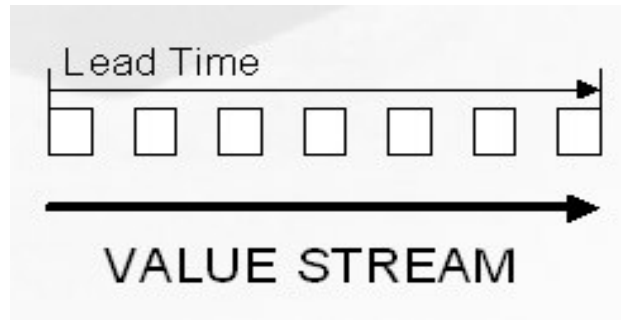
GRAFICO 3 TIEMPO DE VALOR AGREGADO



LEAD TIME (L/T):

El tiempo que le toma a una pieza en recorrer toda la cadena de valor de inicio a fin. Como si marcaras una pieza y le tomaras el tiempo de principio a fin

GRAFICO 4 LEAD TIME



Fuente: Rother M. (1999)

TAKT TIME:

Es la sincronización del ritmo de producción con el ritmo de las ventas, se calcula dividiendo el tiempo de trabajo disponible (tiempo total menos descansos) por turno entre la demanda del cliente por turno (en unidades

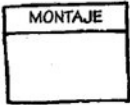
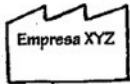
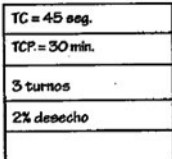



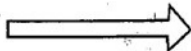

GRAFICO 5 TAKT TIME



Fuente: Rother M. (1999)

c) SIMBOLOGIA UTILIZADA EN VSM:

GRAFICO 6 VSM-SIMBOLOGIA

Iconos de material	Representan	Observaciones
	Procesos de manufactura	Una casilla de proceso es igual a un área de flujo. Todos los procesos deben identificarse. También se usa para los departamentos, tales como Control de la Producción.
	Fuentes externas	Utilizado para indicar clientes, proveedores y procesos de manufactura externos.
	Casilla de datos	Utilizado para registrar información relativa a procesos de manufactura, departamento, cliente, etc.
	Inventario	Deben anotarse cantidad y tiempo de trabajo que representa.
	Envío por camión	Anotar frecuencia de envíos.
	Flecha de empuje	Material que se produce y se mueve hacia adelante antes de que el proceso siguiente lo necesite; usualmente se basa en un programa.
	Productos terminados al cliente	
	Supermercado	Un inventario controlado de piezas que se utiliza para programar la producción en un proceso más atrás.

Fuente: Rother M. (1999)

Iconos de material

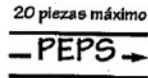


Representan

Retiro

Observaciones

Halar materiales usualmente de un supermercado.



Transferencia de cantidades de material controladas entre procesos en una secuencia "primero en entrar primero en salir"

Indica un dispositivo para limitar la cantidad y asegurar el flujo de material PEPS entre los procesos. Debe anotarse la cantidad máxima.

Iconos de información

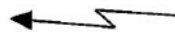


Representan

Flujo de información manual

Observaciones

Por ejemplo: programa de producción o programa de expedición.



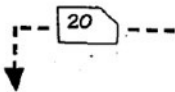
Flujo de información electrónico

Por ejemplo, a través de intercambio electrónico de datos.



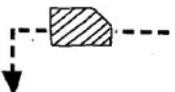
Información

Describe un flujo de información.



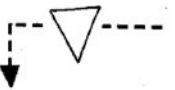
Kanban de producción (las líneas punteadas indican la ruta kanban)

Kanban uno por recipiente. Tarjeta o dispositivo que le indica a un proceso cuánto puede producirse de algo y lo autoriza a hacerlo.



Kanban de retiro

Tarjeta o dispositivo que indica al manipulador de material que obtenga y transfiera piezas (por ejemplo, desde un supermercado hasta el proceso de consumo).

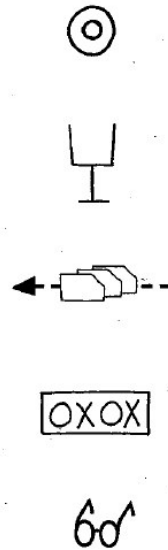


Kanban de señal

Kanban de "uno por lote". Señala cuando se alcanza un punto de un nuevo pedido y es necesario producir otro lote. Se utiliza cuando el proceso de proveedor debe producir en lotes porque se necesita tiempo de cambio entre productos.

Fuente: Rother M. (1999)

Iconos de información



Representan

Pelota de halar en secuencia

Puesto kanban

Llegada de tarjetas kanban en lotes

Observaciones

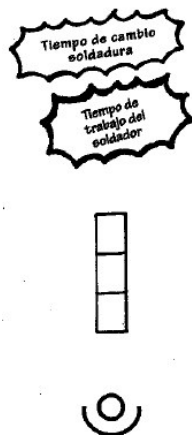
Da instrucciones para producir inmediatamente un tipo y cantidad predeterminados, usualmente una unidad. Un sistema de halar para procesos de subensamblado sin utilizar un supermercado.

Lugar donde se recogen las tarjetas kanban y se mantienen para transportarlas.

Herramienta para interceptar lotes de tarjetas kanban y nivelar el volumen y la combinación de ellas durante un período de tiempo.

Ajuste de los programas sobre la base de la verificación de los niveles de inventario.

Iconos generales



Representan

"Relámpago de kaizen"

Inventario o de seguridad

Operario

Observaciones

Destaca las mejoras necesarias en procesos específicos que son cruciales para lograr la visión de la cadena de valor. Puede usarse para planificar talleres kaizen.

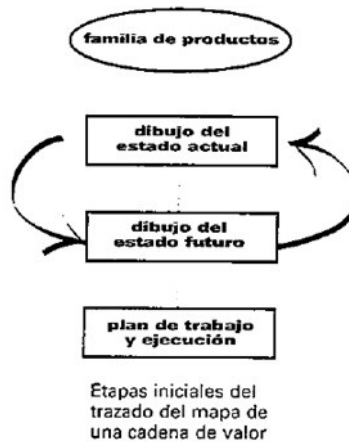
Debe indicarse el inventario o de "seguridad".

Representa a una persona vista desde arriba.

Fuente: Rother M. (1999)

d) PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN VSM:

GRAFICO 7 VSM-PROCEDIMIENTO



Fuente: Rother M. (1999)

1. DETERMINAR LA FAMILIA DE PRODUCTOS A MAPEAR:

Elija la familia de productos que tengan un mayor impacto en los requisitos del cliente, y en los requisitos de negocio.

- Elija una familia de productos que tengan un flujo común.
- Elija una familia de productos de alto volumen y/o frecuencia.

GRAFICO 8 VSM-FAMILIA DE PRODUCTOS

		Equipo y pasos del proceso								
P		1	2	3	4	5	6	7	8	
FAMILIA DE PRODUCTOS	R	A	X	X	X		X	X		
	O	B	X	X	X	X	X	X		
	D	C	X	X	X		X	X	X	
	U	D		X	X				X	X
	C	E		X	X				X	X
	T	F	X		X		X	X	X	
	S	G	X		X		X	X	X	

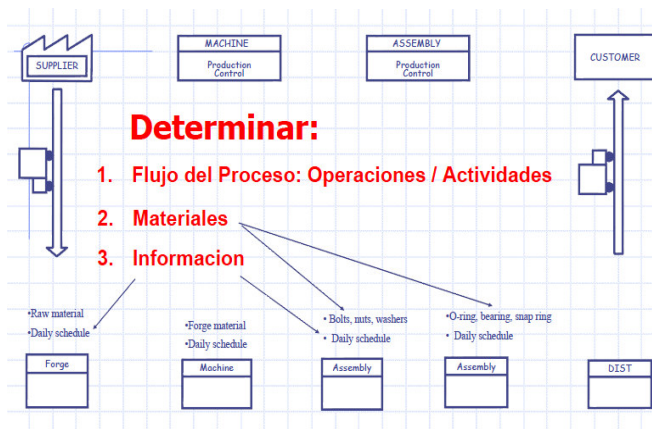
Fuente: ASOCIACIÓN DE CALIDAD DE NOGALES, A. C. (s.f).

2. DIBUJAR EL VSM ACTUAL:

PASO 1 - DETERMINAR EL FLUJO DE PROCESO:

- Mapee el proceso entero en equipo para todos entender el flujo entero.
- Dibuje el Mapa (VSM) a mano para hacerlo rápidamente y fácil de cambiar.
- Logre acuerdo en lo que será el inicio y final del VSM antes de comenzar.
- Esté atento a los procesos que están en paralelo y no en serie.
- Capture todas las vueltas (loops) de retrabajo y estaciones de inspección en el mapa.
- Limite el VSM solo a una familia del producto.

GRAFICO 9 VSM-FLUJO DE PROCESO



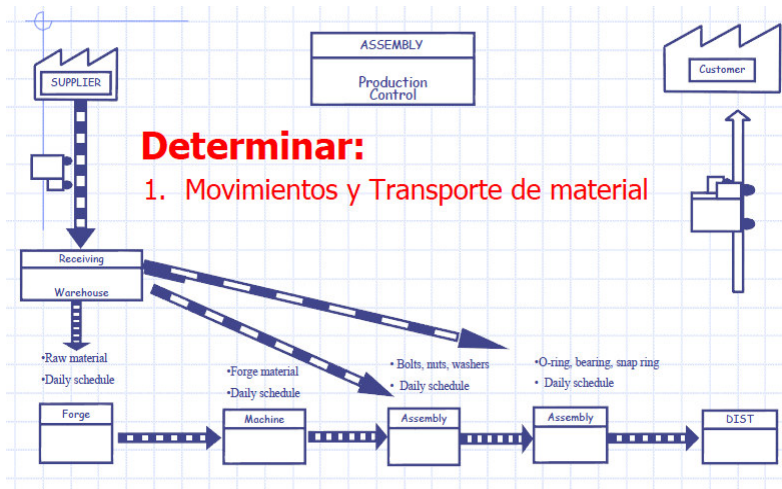
Fuente: ASOCIACIÓN DE CALIDAD DE NOGALES, A. C. (s.f).

PASO 2 - DETERMINAR EL FLUJO DE MATERIALES:

- Muestre el movimiento de todo el material usado en el VSM
- Agrupe el material con el mismo flujo
- Mapee todos los procesos de sub-ensamble

- Incluya cualquier inspección al material entrante y/o pruebas funcionales.

GRAFICO 10 VSM-FLUJO DE MATERIALES

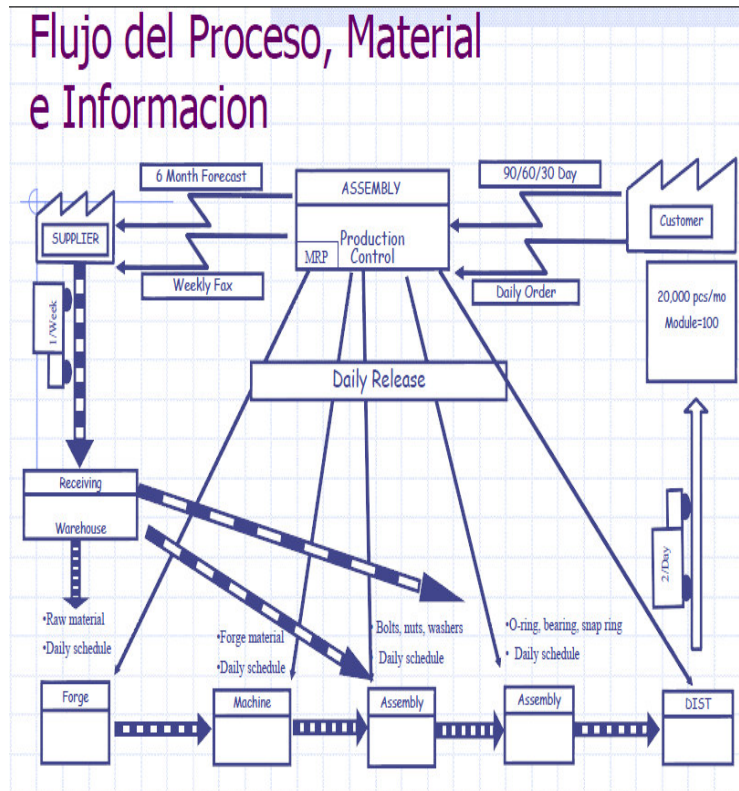


Fuente: ASOCIACIÓN DE CALIDAD DE NOGALES, A. C. (s.f).

PASO 3 - DETERMINAR EL FLUJO DE INFORMACION:

- Documente el flujo de comunicación del cliente hacia nosotros y nosotros hacia los proveedores.
- Documente el flujo de información de los sistemas de planeación, producción, embarques, etc.
- El movimiento de órdenes de producción, dibujos, procedimientos, etc.
- Indique como se recolecta la información, electrónico, manual, etc.

GRAFICO 11 VSM-FLUJO DE INFORMACION



Fuente: ASOCIACIÓN DE CALIDAD DE NOGALES, A. C. (s.f).

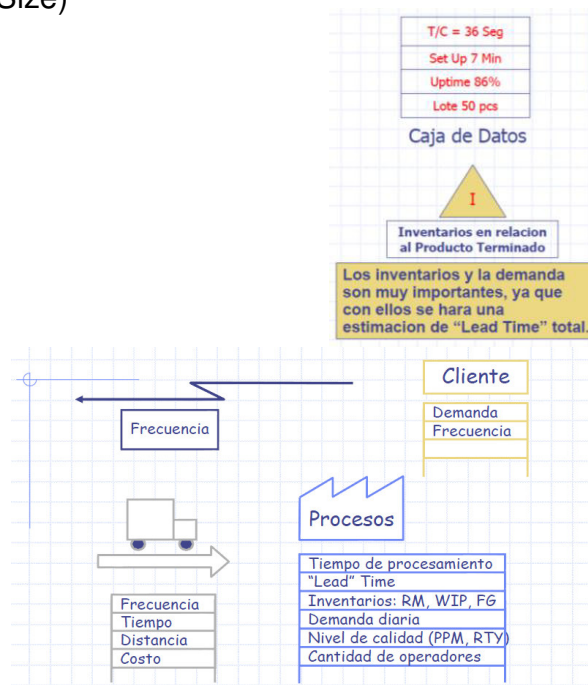
PASO 4 - RECOLECCION DE DATOS DEL PROCESO:

DATOS:

- Tiempo Ciclo
- Tiempo Takt
- Tiempo de "Set-Up"
- Niveles de Calidad (RTY)
- Retrabajos
- Inventario en proceso (WIP)

- Tiempo disponible equipo (Uptime)
- Tamaño de lotes (Batch Size)
- Numero de Operadores
- Demanda
- Desperdicios (Scrap)

**GRAFICO 12 VSM-
RECOLECCION DE DATOS**



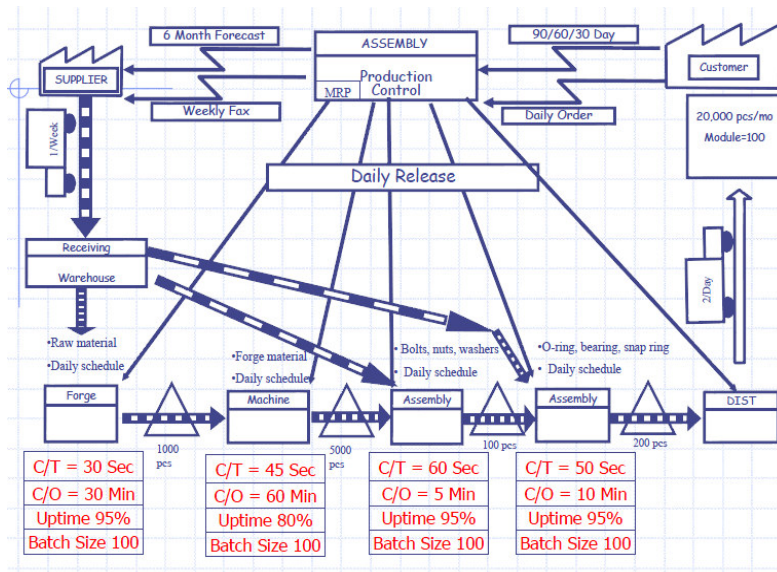
Fuente ASOCIACIÓN DE CALIDAD DE NOGALES, A. C. (s.f).

TIPS PARA LA RECOLECCION DE DATOS:

- Use la misma unidad del tiempo para tiempos ciclo, tiempo takt, y tiempos de trabajo disponibles.
- Evite el uso de minutos decimales.
- Acuérdesese de substraer descansos, reuniones, y tiempos de limpieza del tiempo disponible.
- Entienda la diferencia entre tiempo de ciclo, lead time y tiempo de valor agregado.

PASO 5 - AGREGANDO DATOS AL PROCESO:

GRAFICO 13 VSM-AGREGAR DATOS



Fuente: ASOCIACIÓN DE CALIDAD DE NOGALES, A. C. (s.f).

PASO 6 - AGREGANDO LA LINEA DE PROCESAMIENTOS Y LEAD TIME (IN-VENTARIOS):

- Dibuje una línea de tiempo bajo las cajas de proceso e inventario para conocer el lead time total de producción y el tiempo total de procesamiento (tiempos ciclo).

- El Lead time para cada triángulo de inventario se calcula:

Cantidad de Inventario (piezas) dividido entre la demanda (piezas/ día) del cliente.

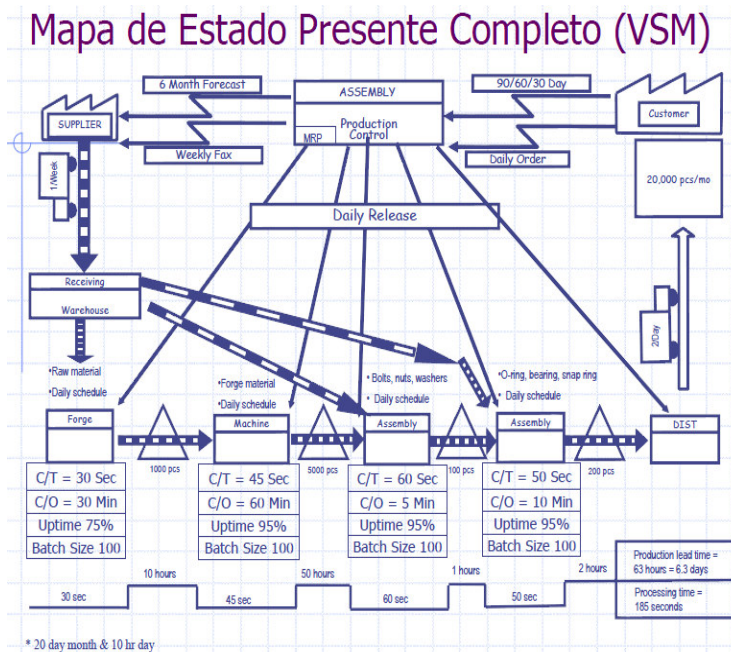
- Si sumamos todos los lead times del proceso tendremos un buen estimado del lead time total de producción.

GRAFICO 14 VSM-AGREGAR LINEA DE PROCESAMIENTO Y LEAD TIME



Fuente: ASOCIACIÓN DE CALIDAD DE NOGALES, A. C. (s.f).

GRAFICO 15 VSM-MAPA ESTADO PRESENTE



Fuente: ASOCIACIÓN DE CALIDAD DE NOGALES, A. C. (s.f).

IDEAS DE MEJORA EN EL ESTADO PRESENTE:

Identificar las áreas de desperdicio y resaltar las mejores áreas de oportunidad en base a Filosofía y principios Lean

EL PROBLEMA FUNDAMENTAL ES LA PRODUCCION POR LOTES Y EMPUJON (BATCH & PUSH)

Cada proceso y operación en el flujo funciona como una unidad aislada produciendo a ritmos diferentes y empujando el producto hacia delante de acuerdo a programas individuales

Se considera que la raíz principal de los desperdicios es la sobreproducción: **producir más, antes de tiempo, o más rápido de lo requerido por el siguiente proceso (cliente)**

Como resultado, el **Valor Agregado** para el cliente externo es **muy pequeño** y los tiempos de entrega (lead times) no son atractivos

SOLUCION ELEMENTAL AL PROBLEMA

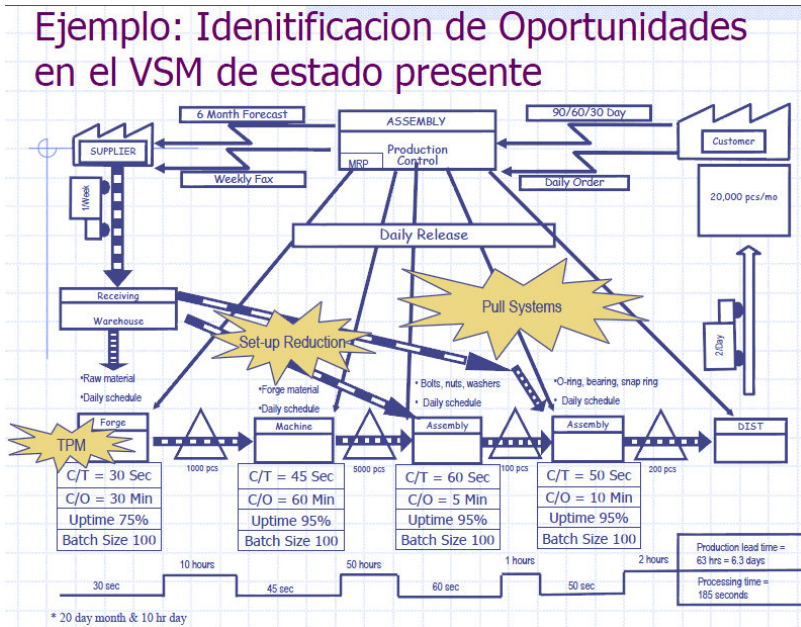
- Lograr que un proceso haga solo lo que el siguiente proceso requiere cuando lo requiera
- Enlazar todos los procesos (desde el consumidor final hasta la materia prima) en un flujo sin desvíos para lograr tiempos de entrega (lead times) más cortos, la mejor calidad y el costo más bajo.
- **El objetivo es lograr que EL FLUJO DE VALOR DEL NEGOCIO PRODUZCA AL RITMO DEL TAKT TIME**

¿COMO PODEMOS LOGRAR ESTO?

Siguiendo los principios Lean:

- Sincronizar la producción a la demanda del cliente (Producir al Takt Time)
- Desarrollando flujo continuo donde sea posible
- Usando los supermercados y líneas FIFO para controlar la producción donde el flujo continuo no es posible
- Controlando el programa de producción en un solo proceso de jalar (PULL)
- Distribuyendo la producción de los diferentes productos uniformemente con respecto al tiempo
- Creando un jalado (PULL) inicial mediante la liberación y retiro de incrementos pequeños y consistentes de trabajo

GRAFICO 16 VSM-IDENTIFICACION DE OPORTUNIDADES



3. DIBUJAR EL VSM FUTURO:

PASO 1:

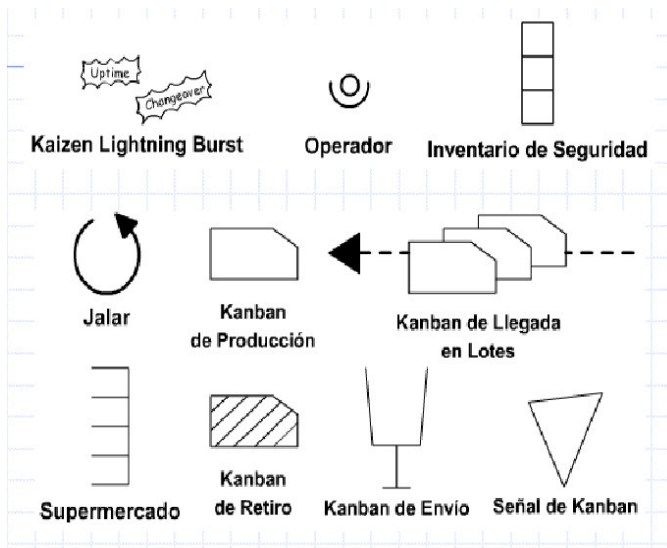
- Dibuje el VSM futuro, ayudándose de los iconos de estado futuro, donde se representen las mejoras a realizarse
- Estime el impacto de la mejora en los datos del proceso (inventarios, lead time, tiempos de ciclo, tiempos de setup etc.)

PASO 2:

- Priorice las oportunidades de mejora identificadas en el análisis de VSM del estado actual

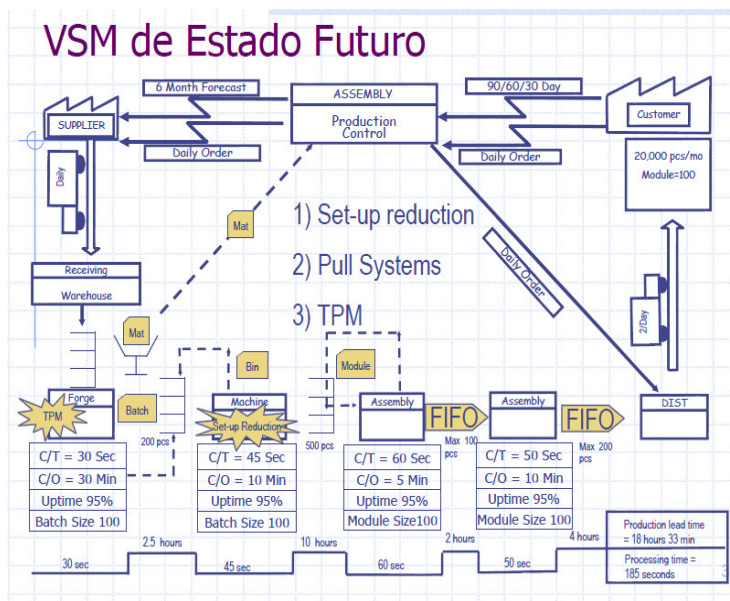
- Diseñe un plan para llegar del VSM actual al VSM futuro

GRAFICO 17 VSM-ICONOS DEL ESTADO FUTURO



Fuente: ASOCIACIÓN DE CALIDAD DE NOGALES, A. C. (s.f).

GRAFICO 18 VSM-MAPA DE ESTADO FUTURO



Fuente: ASOCIACIÓN DE CALIDAD DE NOGALES, A. C. (s.f).

4. PLAN DE IMPLEMENTACION:

Para llegar al estado futuro, se deben hacer cambios los cuales deben estar plasmados en un plan de acción, hacerle seguimiento hasta alcanzar el estado futuro, una vez alcanzado este estado, se inicia el proceso nuevamente para alcanzar la excelencia operacional .

GRAFICO 19 FORMATO KAIZEN

Actividades a realizar en el evento kaizen

No. _____ Hoja _____ de _____ Fecha _____

Propuesta /tarjeta No.	Descripción	Avance			Responsable	Clasificación	Observaciones
		25%	50%	75%			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

Fuente: Socconini, L. (2008)

3.2.8 FLUJO CONTINUO

Trabajar una pieza a la vez siendo entregada inmediatamente al siguiente paso o proceso sin almacenaje (ni cualquier otro desperdicio).

El flujo continuo es la manera más efectiva de producir y reducir el Takt Time del ciclo; este es el modo de producir más eficiente que existe y por lo tanto todas las empresas deberían esforzarse para conseguirlo.

El flujo continuo transforma varios procesos que trabajan de forma independiente, en una celda de trabajo conjunta donde los procesos van ligados uno después del otro.

3.3 HERRAMIENTAS LEAN

3.3.1 HERRAMIENTAS BASICAS

a) KAIZEN:

Significa “mejoramiento continuo”; Se refiere a la creación de un proceso en el que existe mayor valor agregado y menos desperdicio

Existen dos niveles de kaizen:

- KAIZEN PARA ADMINISTRADORES:

En el cual se hace énfasis en todo el proceso

- KAIZEN PARA EQUIPOS DE TRABAJO Y LIDERES DE EQUIPO:

En el cual se enfatiza el proceso individual

b) 5S:

Son un conjunto de cinco principios para crear áreas de trabajos productivos, seguros y fáciles para quien las ocupe.

- SEIRI:

Clasificar, implica revisar todos los elementos del lugar de trabajo y quitar lo que no sea realmente necesario.

Fuente: Peñaflor Z, A. (2012)

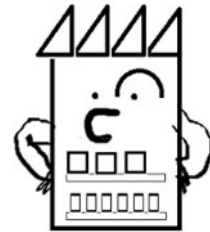
GRAFICO 20 SEIRI



- SEITON:

Organizar, implica poner todos los elementos necesarios en su sitio, definidos, facilitando su localización.

GRAFICO 21 SEITON



Fuente: Peñaflor Z, A. (2012)

- SEISO:

Limpieza, implica limpiar todo, mantener diariamente todo limpio, utilizar la limpieza para inspeccionar el lugar de trabajo y los equipos para encontrar posibles defectos

GRAFICO 22 SEISO



Fuente: Peñaflor Z, A. (2012)

- SEIKETSU:

Estandarizar, implica crear controles visuales y pautas para mantener el lugar de trabajo organizado, ordenado y limpio.

GRAFICO 23 SEIKETSU



Fuente: Peñaflor Z, A. (2012)

- SHITSUKE:

Disciplina, Implica mantener una formación y disciplina para asegurar que todos y cada uno sigan las normas de 5 S.

GRAFICO 24 SHITSUKE

Fuente: Peñaflores Z, A. (2012)



c) CONTROL VISUAL:

Significa permitir a TODOS reconocer si hay o no problemas, desorden o despilfarro de recursos en las operaciones, mediante el uso de Control Visual podemos comunicar:

- Metas alcanzadas o por alcanzar
- Comunicar el avance de proyectos
- Controlar el flujo de trabajo
- Señalar estados de alarma o emergencia en el proceso
- Identificar y Respetar los estándares
- Localización estándar de herramientas, información y materiales.

Algunos ejemplos de cómo se aplica el control visual son:

- Pintar en piso áreas de carga y descarga, áreas de materia prima etc.
- Luces que informen condiciones anormales en la línea para ser solucionadas rápidamente
- Pizarrón con el programa de producción semanal para conocer el nivel de cumplimiento de pedidos
- Usar Kanban para conocer el estado de un pedido del Cliente.
- Usar Kanban para prevenir sobreproducción.
- Panel de mejoras en la planta, sirve para recordar lo que se ha logrado y también para motivar a las futuras mejoras.

3.3.2 HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EFECTIVIDAD DE LOS EQUIPOS

a) TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM):

Es una serie de técnicas para asegurar que máquinas o equipos del proceso de producción estén siempre disponibles para realizar las tareas necesarias.

Para lograr la implementación del TPM se requiere 3 condiciones:

- Involucrar de manera total a todos los empleados (personal de mantenimiento, gerentes, ingenieros, gente de calidad etc.) hasta lograr el mantenimiento autónomo.
- Ver la productividad total del Equipo (OEE Overall Equipment Effectiveness) enfocado en las 6 grandes pérdidas de los equipos (por fallas de los equi-

pos, setup, debido a paros menores, por velocidad reducida, defectos de calidad, retrabajos y por arranques)

- Pensar en el ciclo de vida total del equipo para revisar los programas de mantenimiento y actividades de lubricación, ajuste y limpieza

b) OEE:

Es un ratio porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de cualquier proceso (personas, máquinas o combinación de éstos).

El OEE resulta de multiplicar otros tres ratios porcentuales: la Disponibilidad, la Velocidad y la Calidad.

OEE: DISPONIBILIDAD * VELOCIDAD * CALIDAD

GRAFICO 25 CALCULO DE OEE



Fuente Hernandez, J., & Vizan, A. (2013)

GRAFICO 26 RANGO OEE

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

Fuente: Casilimas, C. L., & Poveda, R. A. (2012)

3.3.3 HERRAMIENTAS PARA MEJORA LA CALIDAD

a) POKA YOKE:

Es una palabra japonesa que en español se puede traducir como “A prueba de errores” y se refiere a dispositivos, elementos o sistemas que tienen como objetivo principal eliminar los defectos en un producto previniendo los errores antes de que se presenten.

El sistema Poka Yoke puede diseñarse para prevenir los errores o para advertir sobre ellos

- **Función de control:**

En este caso se diseña un sistema para impedir que el error ocurra. Se busca la utilización de formas o colores que diferencien cómo deben realizarse los procesos o como deben encajar la piezas.

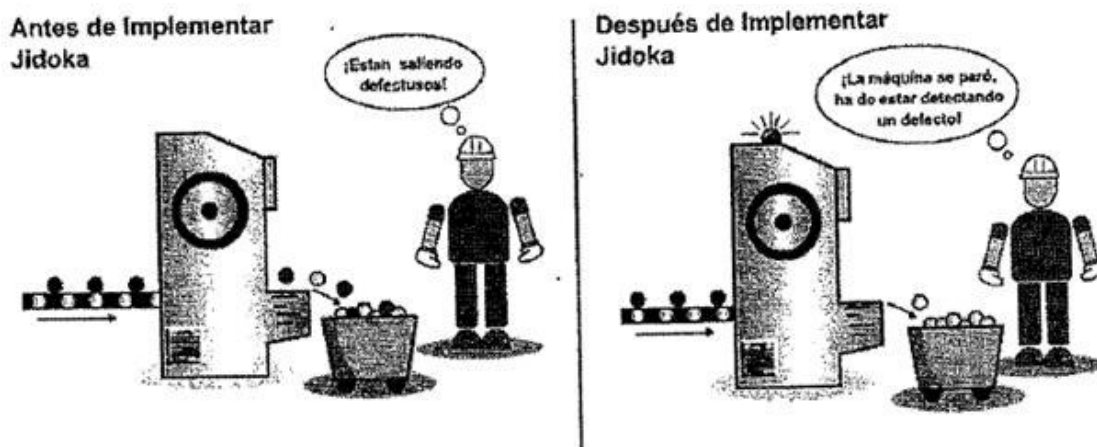
- **Función de advertencia:**

En este caso asumimos que el error puede llegar a producirse, pero diseñamos un dispositivo que reaccione cuando tenga lugar el fallo para advertir al operario de que debe corregirlo. Por ejemplo, esto se puede realizar instalando barreras foto-eléctricas, sensores de presión, alarmas, etc.

b) JIDOKA:

Es un término de origen japonés. En el mundo del Lean Manufacturing significa “automatización con un toque humano”. Jidoka permite que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad.

GRAFICO 27 JIDOKA

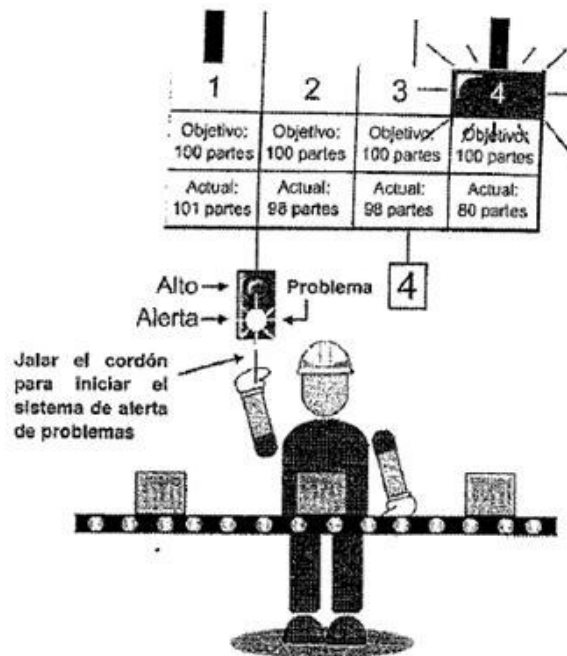


Fuente: Villaseñor C, A., & Galindo C, E. (2007)

c) ANDON:

Es un dispositivo que de forma visual advierte de una anomalía; El modo más simple sería una señal luminosa que resalta un texto o un color con un significado predefinido (avería, necesidad de ayuda, desviación del objetivo...)

GRAFICO 28 SEÑAL ANDON



Fuente: Villaseñor C, A., & Galindo C, E. (2007)

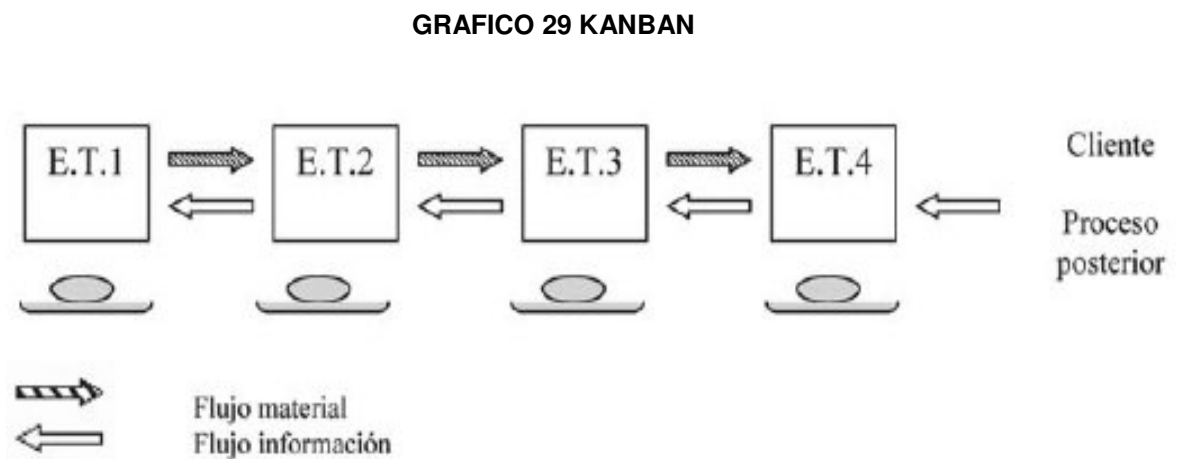
3.3.4 HERRAMIENTAS PARA CONTROL DE PRODUCCION Y MATERIALES

a) KANBAN:

Es un sistema de control y programación sincronizada de la producción basada en tarjetas (aunque puede ser otro tipo de señales) que consiste en que cada proceso

retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fábrica y estos con la línea de montaje final.

La figura siguiente ilustra el funcionamiento mediante la representación de una línea de producción con cuatro estaciones de trabajo. Las flechas indican los flujos de información y del material.



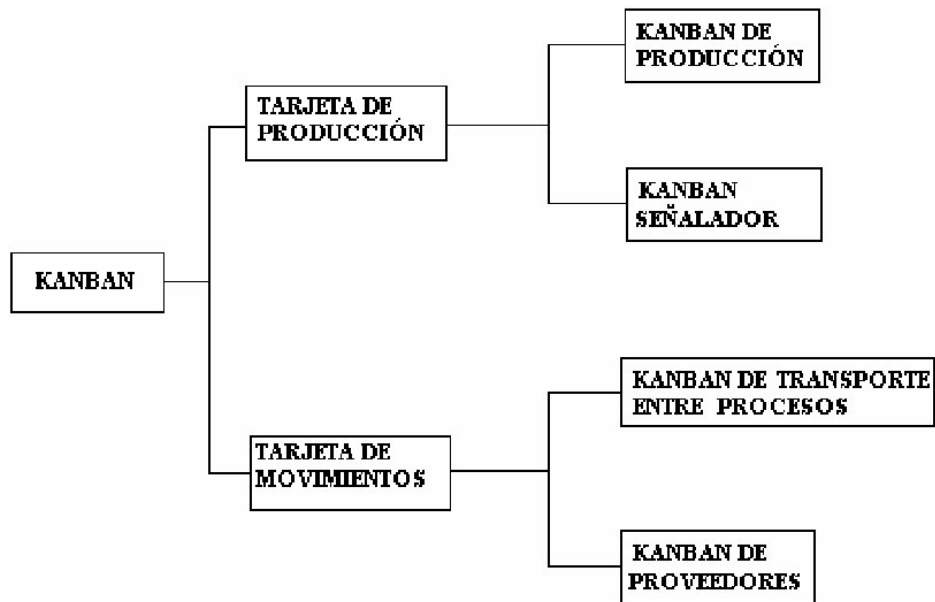
Fuente: Rajadell & Sánchez (2010)

TIPOS DE KANBAN:

Kanban está dividido en 2 categorías:

1. Tarjeta de producción
2. Tarjeta de movimientos

GRAFICO 30 TIPOS DE KANBAN




Fuente: Daimon, M., Pailamilla G, L., Allende V, P., & Sepulveda S, J. (2005)

- KANBAN DE PRODUCCION:

Da la autorización a un proceso para fabricar un número fijo de productos

GRAFICO 31 KANBAN DE PRODUCCION

 Apariencia	Parte N°	17643 - 22631 - 12		Proceso
	Nombre del Producto	Anillo de Pistón		Maquinado MC - 12
	Tipo de Contenedor	S 10C	N° Emisión	
	Capacidad del Contenedor	200	2 / 5	

Fuente: Daimon, M., Pailamilla G, L., Allende V, P., & Sepulveda S, J. (2005)

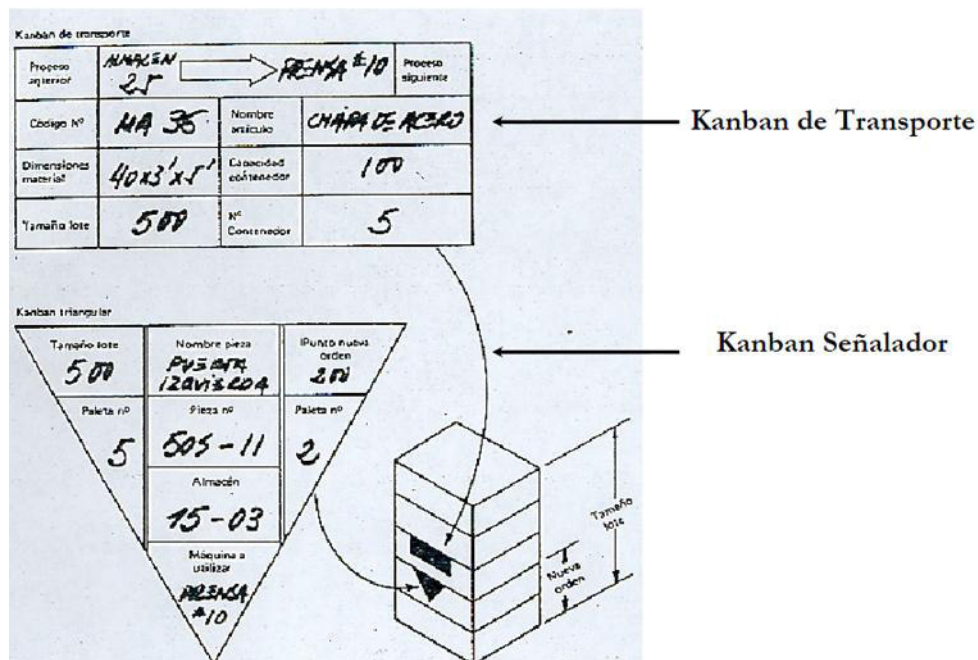
- **KANBAN SEÑALADOR:**

Son usados en una sola línea o en un proceso donde el equipo, en el cual las máquinas son usadas para varios tipos de piezas requiere de alguna forma de un mayor tiempo para cambios; Da instrucciones de funcionamiento en los procesos de producción de lotes, normalmente se conocen como “kanban triangular”.

- **KANBAN DE TRANSPORTE:**

Autoriza el transporte de un número fijo de productos hacia adelante

GRAFICO 32 KANBAN DE TRANSPORTE Y SEÑALADOR



Fuente: Daimon, M., Pailamilla G, L., Allende V, P., & Sepulveda S, J. (2005)

- **KANBAN DE PROVEEDORES:**

Los kanban de proveedores son esencialmente los mismos que los del kanban de transporte entre el proceso. La única diferencia es que el proceso anterior es una compañía externa.

IMPLEMENTACION DE KANBAN:

Antes de la implementación:

- Desarrollar un sistema de programación de producción mixta; no fabricar grandes cantidades de un solo modelo
- Mantener constante la velocidad de proceso de cada pieza
- Minimizar los tiempos de transporte entre proceso
- El uso de kanban está ligado a la producción de lotes pequeños
- La existencia de contenedores y otros elementos en la línea de producción, tanto al principio como al final del proceso
- Establecer una ruta de Kanban que refleje el flujo de materiales
- Tener buena comunicación desde el departamento de ventas hasta producción
- El sistema Kanban debe ser actualizado y mejorado constantemente

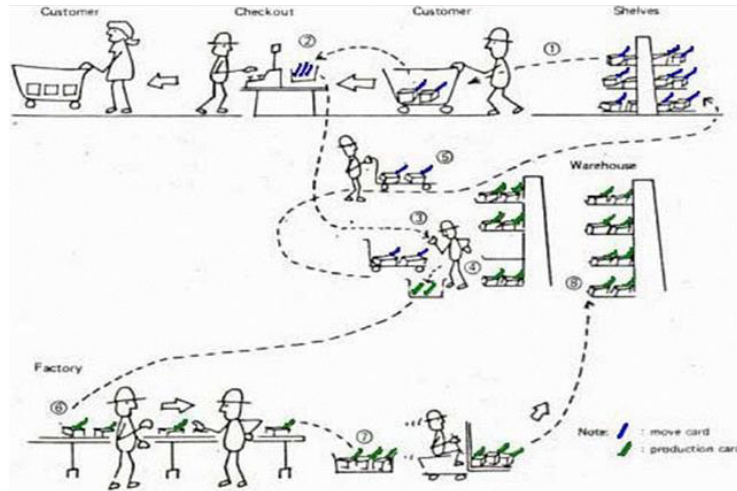
¿DONDE SE PUEDE APLICAR KANBAN?

Puede presentarse en fábricas que impliquen producción repetitiva, deben cumplir:

- Nivelado de las variaciones de producción
- Alto volumen de ventas
- Tiempo de setup mínimo
- Disposición de las maquina debe ajustarse al flujo nivelado de la producción
- Trabajadores polivalentes que trabajen en líneas de múltiples procesos
- Rutas estándares de operación para producir una unidad de producto en un ciclo de tiempo

- Autocontrol; es decir debe contar con sistema de control autónomo de defecto

GRAFICO 33 CICLO DE KANBAN



Fuente: Daimon, M., Pailamilla G, L., Allende V, P., & Sepulveda S, J. (2005)

COMO ESTABLECER EL NUMERO DE KANBANS:

Nº Kanbanes :

$$\frac{\text{Demanda diaria promedio} * \text{tiempo de ciclo} * \text{factor de seguridad}}{\text{Tamaño del lote del contenedor}}$$

Donde:

- Demanda diaria promedio: producción diaria promedio para cada pieza
- Tiempo de ciclo: tiempo que demora en obtener un contenedor de piezas. (procesamiento o compra del ítem)
- Factor de seguridad: es un porcentaje que aumenta el número de kanbans, el cual se pone como medida de precaución.
- Tamaño del lote del contenedor: número de partes que tiene cada contenedor y que estará registrado en el Kanban.

La planta de fabricación de automóviles de Toyota, tiene una demanda mensual por el modelo Toyota Corolla de 1200 vehículos. En la planta se trabaja 20 días al mes.

Calcular el número de Kanban para el proceso de colocación de los neumáticos en los automóviles si:

El tamaño de lote es de 16 neumáticos en cada contenedor.

¿Cuál es el número de Kanban que necesitamos?

- Cada vehículo utiliza 4 neumáticos, por lo tanto:
- Demanda diaria promedio = $4 \cdot 1200 / 20 = 240$ unidades/día

- Tiempo de ciclo = 0.25 día

$$N^{\circ} Kanban = \frac{240 * 0.25 * 1.5}{16} = 5.62 \approx 6$$

Que el factor de seguridad sea 1.5 significa que vamos a procesar 50% más de Kanban de los que realmente necesitamos (inventario de seguridad).

De estos 6 Kanban, en realidad sólo necesitamos 3.74 (≈ 4) Kanban para que el proceso funcione. Los otros dos Kanban sirven como un amortiguador que se utilizará hasta que el proceso sea estable y predecible.

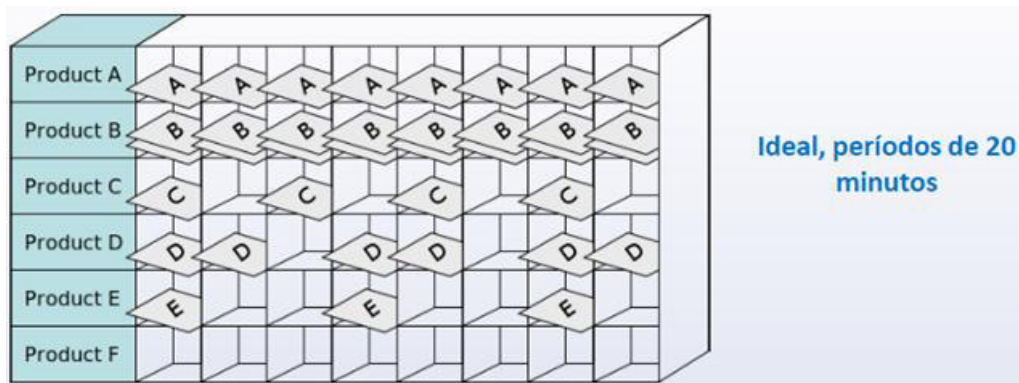
b) HEIJUNKA:

Es una palabra japonesa que quiere decir “nivelación”, consiste en la eliminación de desniveles en la carga de trabajo (mura) y trabajos intensos (muri) que pueden llevar a problemas de seguridad y calidad, esto se consigue con una producción continua y eficiente.

Su objetivo principal es que en lugar de fabricar lotes grandes de un modelo después de otro, se debe producir lotes pequeños de muchos modelos en periodos cortos de tiempo.

Requiere de tiempos de cambio más rápidos, con pequeños lotes de piezas buenas entregadas con mayor frecuencia asegurando la calidad en cada producto, reducir niveles de inventario y producir en orden la demanda del cliente.

GRAFICO 35 HEIJUNKA BOX



Fuente: Minaya, R. (2013)

VENTAJAS:

- Se manejan lotes reducidos (mejora la calidad)
- Uso equilibrado de recursos
- Alta capacidad de reacción (adaptación a variaciones repentinas de la demanda)

DESVENTAJAS:

- Implica la necesidad de realizar cambios rápidos (SMED), gran flexibilidad en los medios de producción y polivalencia por parte del personal

Heijunka se aplica cuando el sistema kanban es maduro y requiere mayor precisión en la planeación de la producción para evitar inventarios excesivos.

PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR HEIJUNKA:

- CALCULAR EL TIEMPO TAKT:

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ de\ Producción\ disponible}{Cantidad\ Total\ requerida}$$

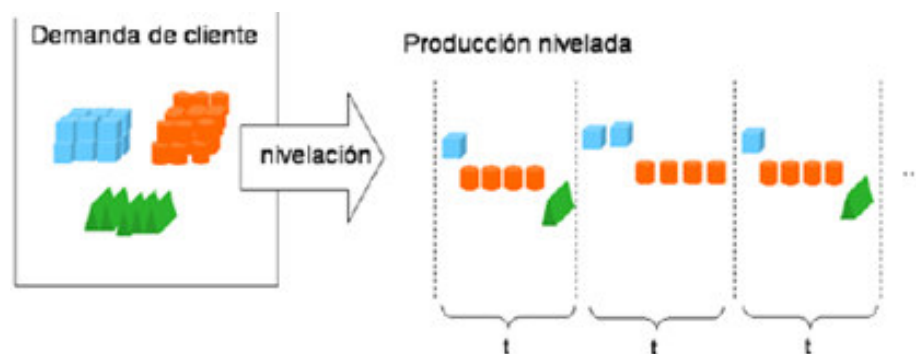
- CALCULAR EL TIEMPO PITCH:

Pitch es una cantidad de piezas por unidad de tiempo, basada en el takt time requerido para que las operaciones realicen unidades que formen paquetes con cantidades predeterminadas de trabajo en proceso.

$$Pitch = Takt\ Time \times Cantidad\ de\ unidades\ en\ el\ paquete$$

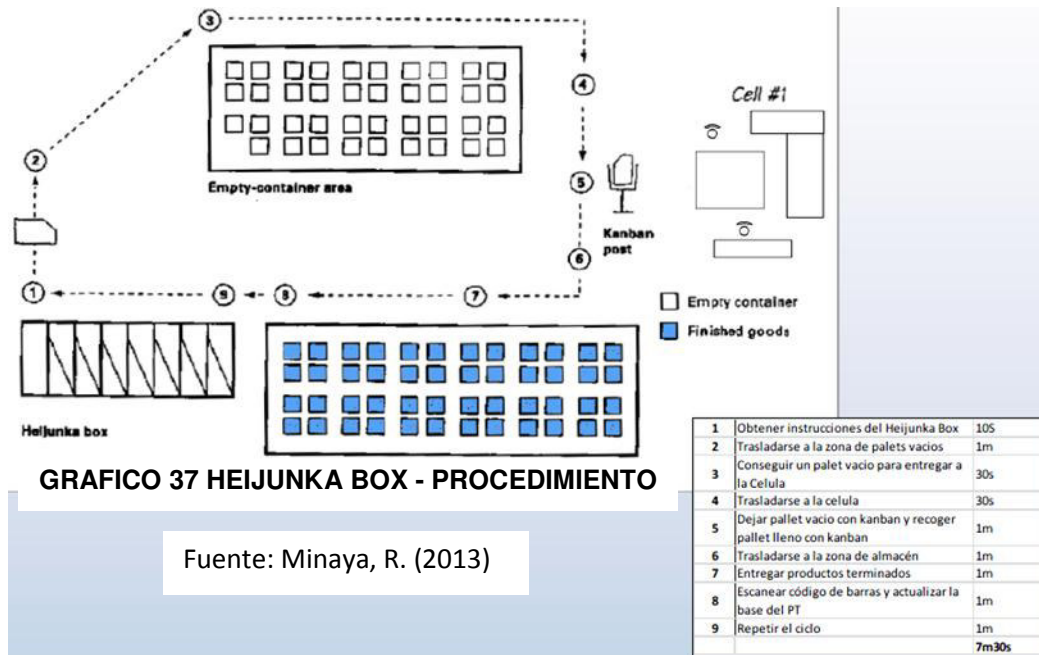
- ESTABLECER EL RITMO DE PRODUCCION:

GRAFICO 36 ESTABLECER RITMO DE PRODUCCION



Fuente: Minaya, R. (2013)

- CREAR LA CAJA HEIJUNKA:



3.3.5 HERRAMIENTAS PARA MEJORAR EL TIEMPO DE ENTREGA Y LA CAPACIDAD

a) MANUFACTURA CELULAR:

Concepto de fabricación en el que se mejora la distribución de la planta haciendo fluir la producción ininterrumpidamente entre cada operación, reduciendo el tiempo de respuesta, maximizando las habilidades del personal y haciendo que cada empleado realice varias operaciones.

PROCEDIMIENTO PARA IMPLEMENTAR LA MANUFACTURA CELULAR

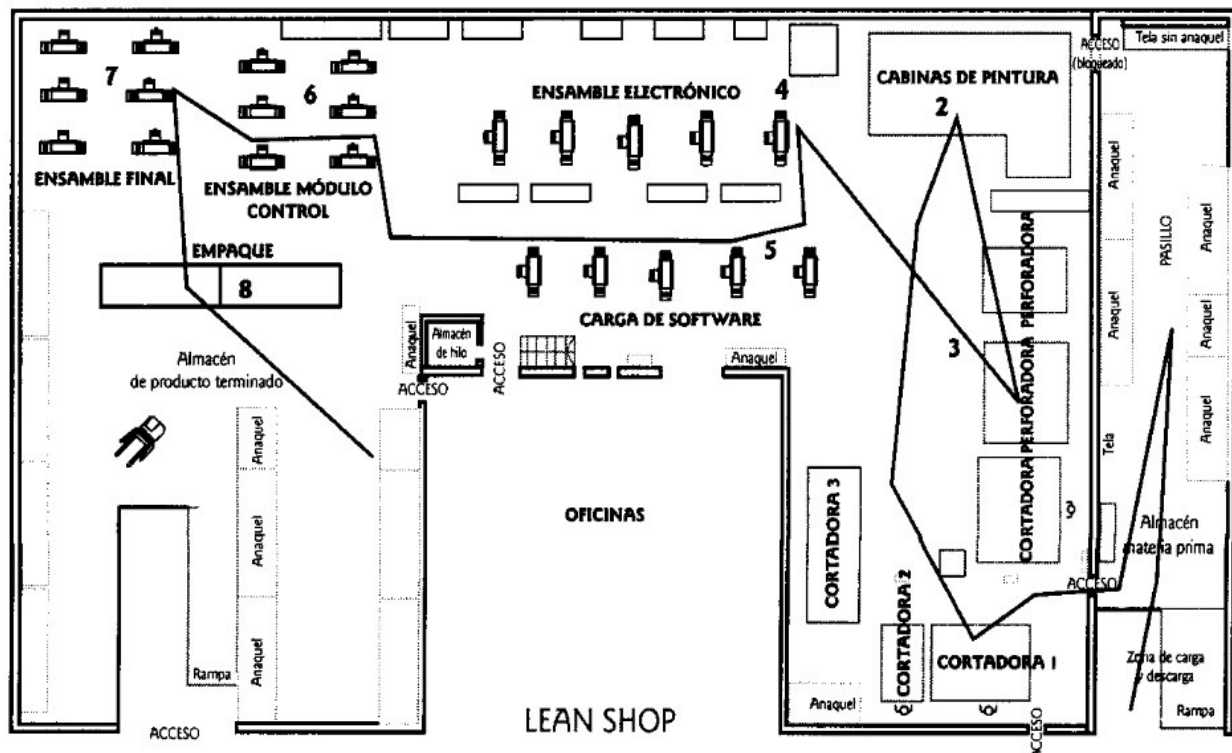
- Realizar un diagrama spaghetti

- Dibujar el mapa de valor actual
- Hacer un análisis de mudas y detectar oportunidades
- . Determinar el tiempo Takt y el número de operadores.
- Dibujar el mapa de valor futuro
- Dibujar el diseño de la nueva célula
- implementar la célula en el proceso

- DIAGRAMA SPAGHETTI:

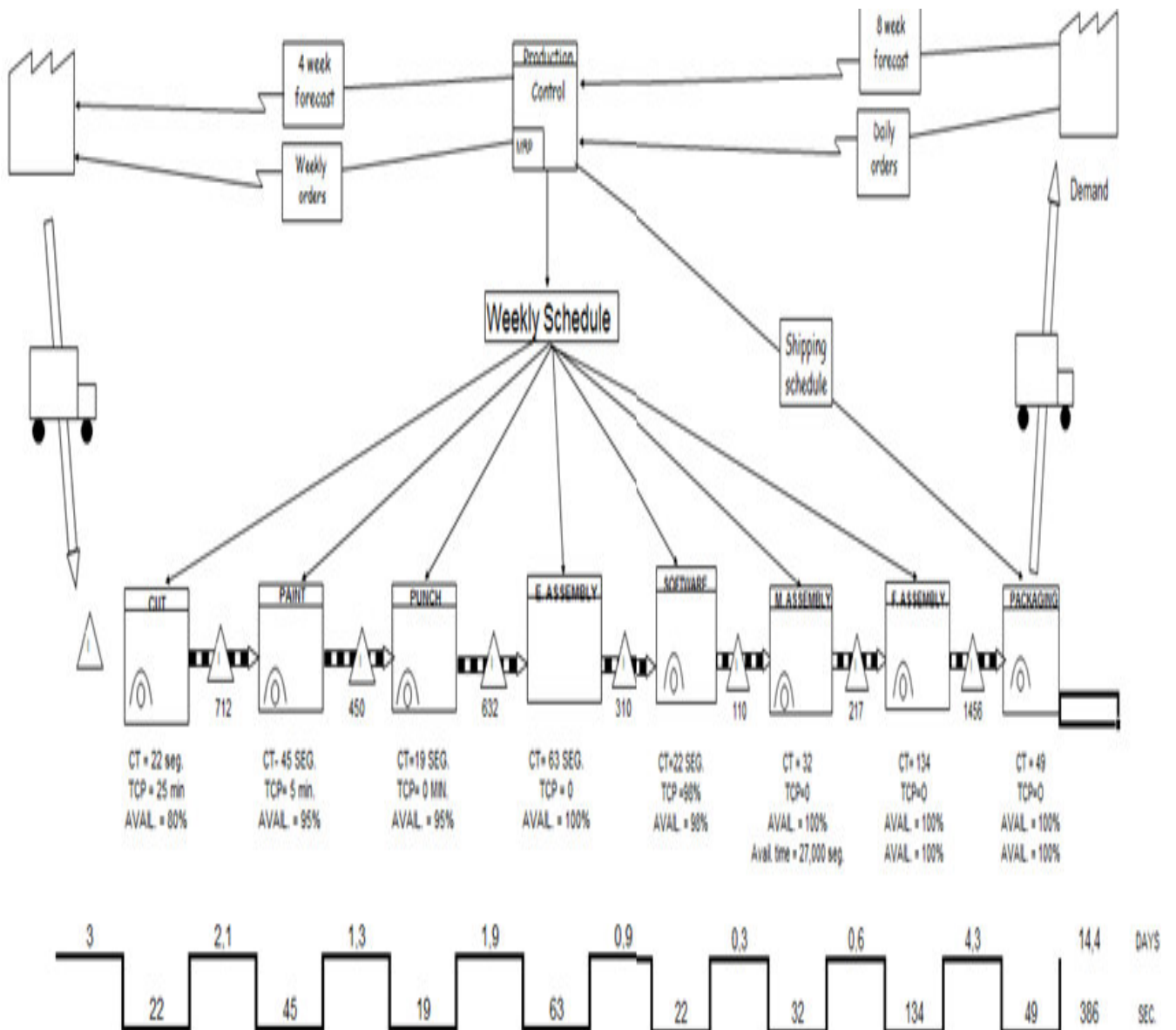
Es la representación de cómo es el movimiento de los operarios dentro de su puesto de trabajo, busca conocer cada movimiento del empleado para a *posteriori* buscar cual es el orden más lógico para máquinas, armarios, otros puestos de trabajo y ganar en eficiencia dentro de la empresa.

GRAFICO 38 DIAGRAMA SPAGHETTI



- DIBUJAR EL MAPA DE VALOR ACTUAL:

GRAFICO 39 EJEMPLO VSM ESTADO ACTUAL



Fuente: Socconini L. (2008), Lean Manufacturing Paso a Paso; Edit. Norma, México

En este mapa de valor observamos que en las condiciones del sistema actual, el tiempo de entrega es de 14.4 días y el tiempo de valor agregado es de solo 386 segundos lo que indica que el material pasa una gran parte del tiempo esperando a que alguien le agregue valor y en el inventario en proceso

- HACER UN ANALISIS DE MUDAS Y DETECTAR OPORTUNIDADES:

Se recomienda que el equipo que implemente la célula de flujo continuo analice todo aquello que sea una limitante de la productividad con el fin de encontrar oportunidades de mejora.

GRAFICO 40 HOJA DE IDENTIFICACION DE DESPERDICIO

LEAN MANUFACTURING			
HOJA DE IDENTIFICACION DE DESPERDICIO			
AREA: _____ EQUIPO: _____ LIDER: _____		FECHA: _____ HOJA: _____ DE: _____	
PUNTOS CLAVE	OBSERVACIONES	CAMBIOS DESEADOS	OBSTACULOS
SOBRE PRODUCCION			
(Demasiado, muy rapido)			
RETRABAJO			
(Inspección y reparación)			
MOVIMIENTO DE MATERIAL			
(Demasiado, distancias retiradas)			
PROCESOS INECESARIOS			
(Aquello que no agrega valor)			
INVENTARIO			
(Existencia en exceso, abastecimiento excesivo)			
ESPERA			
(Tiempo inactivo, tiempos perdidos)			
MOVIMIENTO			
(Movimiento ineficiente, que no agrega Valor)			
SOBRECARGA			
(Producir mas de sus límites o capacidades)			
OBSERVACIONES			

Fuente: Socconini L. (2008), Lean Manufacturing Paso a Paso; Edit. Norma, México

- DETERMINAR EL TIEMPO TAKT Y EL NÚMERO DE OPERADORES:

TIEMPO TAKT: TIEMPO DISPONIBLE / DEMANDA

Tiempo disponible por día:

8 horas – 30 minutos de comida y descanso: 450 minutos

450 min/turno x 1 turno/día x 60 segundos/minuto: 27000 segundos

Demanda Mensual: 7510 piezas

Demanda diaria:

7510 piezas / 22 días hábiles: 341 piezas diarias

Tiempo Takt: 27000 segundos / 341 piezas: 79 seg./pza

DETERMINANDO NÚMERO DE OPERADORES NECESARIOS:

GRAFICO 41 BALANCE DE LINEA

Balance Analysis

Operación	Operador	Descripcion	Tiempo	Takt
1	A	Cut parts	22	79
2	B	Paint	45	79
3	C	Punch	19	79
4	D	Electronic Assembly	63	79
5	E	Upload software	22	79
6	F	Central module assembly	32	79
7	G	Final Assembly	134	79
8	H	Packaging	49	79
			386	79

386/79

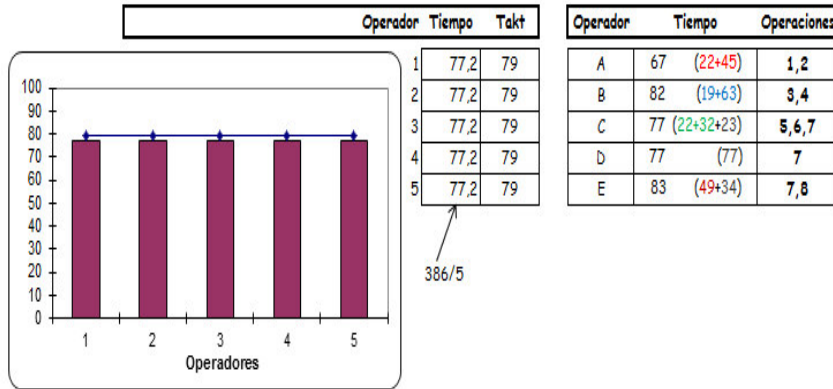
NUMERO DE OPERADORES REQUERIDOS 4,8801

Fuente: Socconini L. (2008), Lean Manufacturing Paso a Paso; Edit. Norma, México

Vemos que ocupando el tiempo de cada persona y combinando los trabajos de diferentes operaciones 5 personas podrían cumplir con el tiempo requerido para producir cada pieza en 79 segundos

A continuación realizaremos el balanceo de operaciones:

GRAFICO 42 ASIGNACION DE OPERACIONES



Fuente: Socconini L. (2008), Lean Manufacturing Paso a Paso; Edit. Norma, México

Como se observa a cada trabajador se le asigna más de una operación para compensar los tiempos, sin embargo para poder trabajar por debajo del tiempo takt debemos de hacer mejoras en el proceso para reducir los tiempos de los operadores B y E, en la práctica deberemos de tener cuidado también con la naturaleza de las operaciones para decidir sobre la viabilidad de combinarlas

- DIBUJAR EL MAPA DE VALOR FUTURO

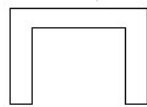
Observamos que podemos desarrollar flujo continuo uniando las siguientes operaciones:

- Corte (cut)
- Pintura (Paint)
- Perforado (Punch)
- Ensamble electrónico (Electronic Assembly)

- Carga de software (Upload software)
- Ensamble modulo control (Central module assembly)
- Ensamble final (Final assembly)
- Empaque (Packaging)

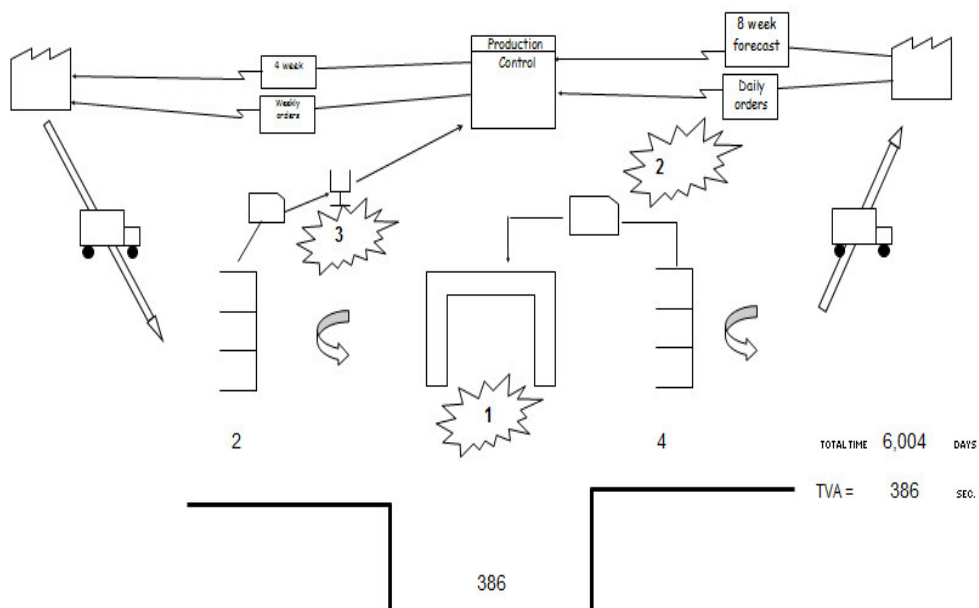
De esta manera ya no administramos elementos de proceso sino un sistema de producción, solo debemos preguntarnos si algo impide que pongamos una operación después de la siguiente

Procedemos a representar la unión de las operaciones con el símbolo correspondiente a célula de trabajo



En esta célula establecemos flujo continuo reuniendo todas las operaciones consecutivamente

GRAFICO 43 EJEMPLO DE VSM FUTURO



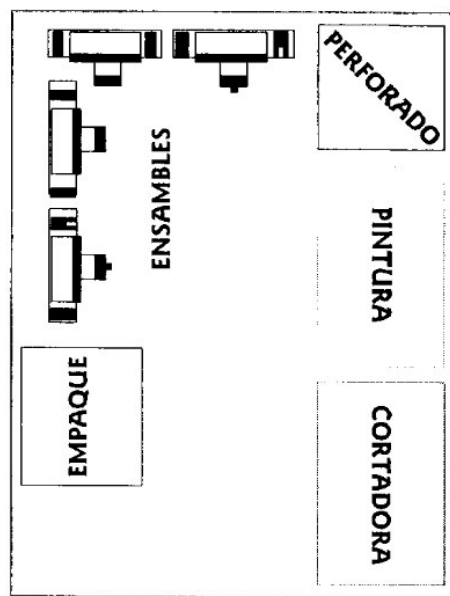
Fuente: Socconini L. (2008), Lean Manufacturing Paso a Paso; Edit. Norma, México

- DIBUJAR EL DISEÑO DE LA NUEVA CELULA

Para acomodar los equipos y mesas en la célula se recomienda dibujar inicialmente el pasillo interno y situar la primera y la última operación en los extremos superiores de una distribución en U, a partir de allí empezar a distribuir las demás operaciones hasta cerrar el circuito en forma de U

En este caso al acomodar una maquina o estación inmediatamente después de otra, logramos el flujo continuo pero sobretodo obtenemos una mejor comunicación entre operadores ya que todos están cerca y pueden recibir retroalimentación inmediata.

GRAFICO 44 DISEÑO DE CELULA DE MANUFACTURA



Fuente: Socconini L. (2008), Lean Manufacturing Paso a Paso; Edit. Norma, México

También se debe de planear lo siguiente:

- Planear como se moverán los materiales
- Establecer las cantidades de material por tener en el proceso
- Analizar las condiciones de ergonomía y seguridad del área

- IMPLEMENTAR LA CELULA EN EL PROCESO

Para lograr esto debemos de tener en cuenta actividades tales como:

- Certificar a los operadores en varias operaciones y realizar una matriz de capacitación en la que sus operadores sean capaces de operar, mantener y analizar la calidad en cada centro de trabajo
- Asegurar el abasto de los materiales en todas las estaciones utilizando el sistema Kanban (se explicara más adelante) u otros métodos para que nunca se detenga la producción por falta de materiales
- A través de controles visuales buscar que el trabajador entiendan sus operaciones a fondo utilizando tableros e instrucciones visibles en su lugar de trabajo
- A través de Andón o control visual (lámparas, sonidos, etc.) buscar comunicar las necesidades de materiales, mantenimiento, asistencia etc. De este modo el equipo de apoyo sabrá de anomalías sin que el operador deje su lugar de trabajo y la célula se mantendrá productiva
- En lo posible establecer el trabajo de pieza en pieza (lotes de tamaño uno)
- Aplique SMED para asegurar que la célula trabaje a su máximo potencial.
- Establezca mediciones de avance de trabajo cada hora en las que los trabajadores anoten la producción que llevan en ese momento y la comparen con la producción que deberían llevar.

b) SMED:

Tiene como objetivo la reducción en el tiempo de setup

Los objetivos de SMED son:

- Crear la posibilidad de producir mediante lotes más pequeños sin afectar el costo
- Reducir la cantidad e inventario
- Mejorar la calidad del producto
- Reducir desperdicios (tiempo, movimientos y material)
- Incrementar la flexibilidad de la planta
- Mejorar en el tiempo de entrega del producto

Existen tipos de preparaciones. internas y externas

Preparación interna (IED)

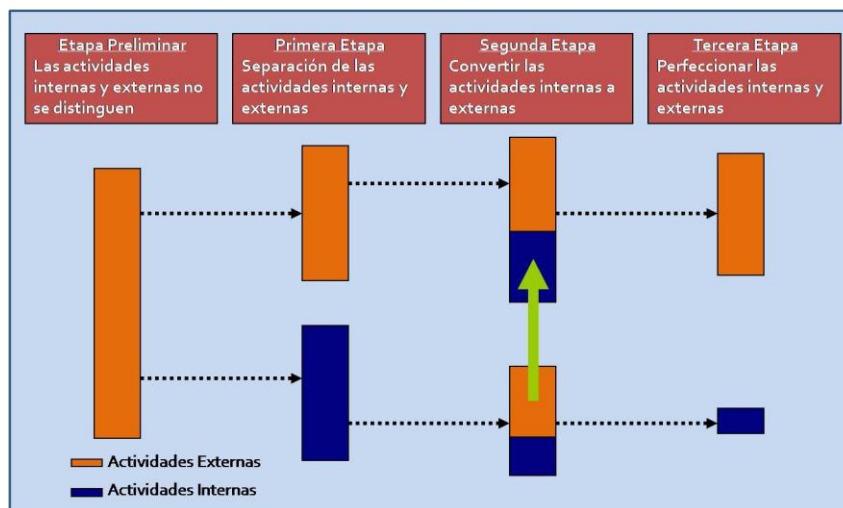
Operaciones realizadas con máquina parada

Preparación Externa (OED)

Operaciones realizadas con la máquina operando

Propósito: Convertir operaciones Internas a externas (filmar, analizar, cambiar)

GRAFICO 45 SMED ACTIVIDADES EXTERNAS E INTERNAS



3.3.6 HERRAMIENTAS PARA LA INTEGRACION Y CONTROL DE LA INFORMACION

a) TRABAJO ESTÁNDAR:

Es una herramienta enfocada en personas con la idea de documentar funciones de trabajo efectuadas en secuencia repetida, que son acordadas, desarrolladas y mantenidas por cada miembro del equipo de trabajo..

El propósito del Trabajo Estándar es establecer una base repetitiva y previsible para una mejora continua y para involucrar al equipo laboral en los progresos iniciales y actuales para después lograr los niveles más altos de seguridad, calidad, proyección y productividad.

El Trabajo estandarizado se sirve de cuatro herramientas principales:

- HOJA DE CAPACIDAD DE OPERACIÓN:

Señala la máxima capacidad de producción de cada máquina durante el proceso. Para ello se considera el tiempo estándar manual y el automático. El dato obtenido se refiere a unidades de tiempo por pieza. Con esta herramienta sabremos qué tan cerca estamos del Takt Time.

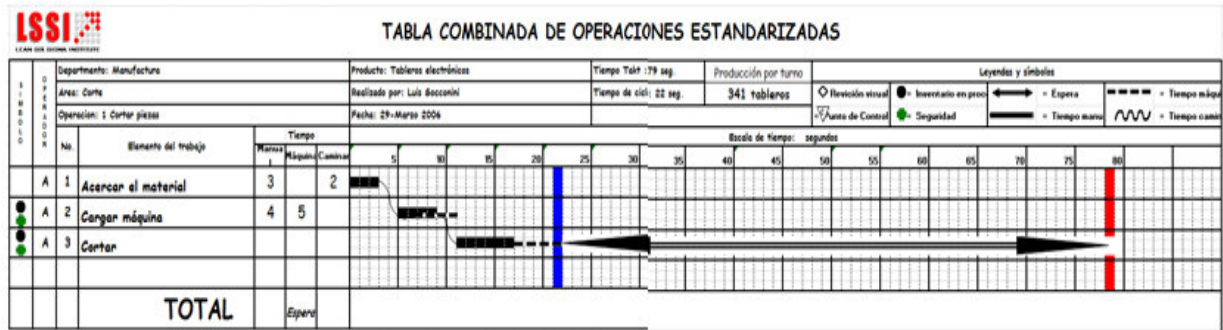
GRAFICO 46 HOJA DE CAPACIDAD DE OPERACION

Fecha:																				
Gerente				CAPACIDAD DE OPERACIÓN				Parte No.				Tipo prod.				Sección				
Asistente										Nombre				Partes/Producto				18,2		
														Tiempo Disponible						
Secuencia	Nombre de proceso			Maquina No.	Tiempo estándar						Cambios de herramienta		Capacidad de Manufactura		Observaciones					
					Manual		Automatico		Total		Intervalo de cambios								Tiempo de cambio	
					Mín.	Sig.	Mín.	Sig.	Mín.	Sig.										

Fuente: Socconini L. (2008), Lean Manufacturing Paso a Paso; Edit. Norma, México

Se refiere al flujo de trabajo humano durante el proceso, así como el tiempo requerido en cada fase de la operación.

GRAFICO 47 TRABAJO COMBINADO

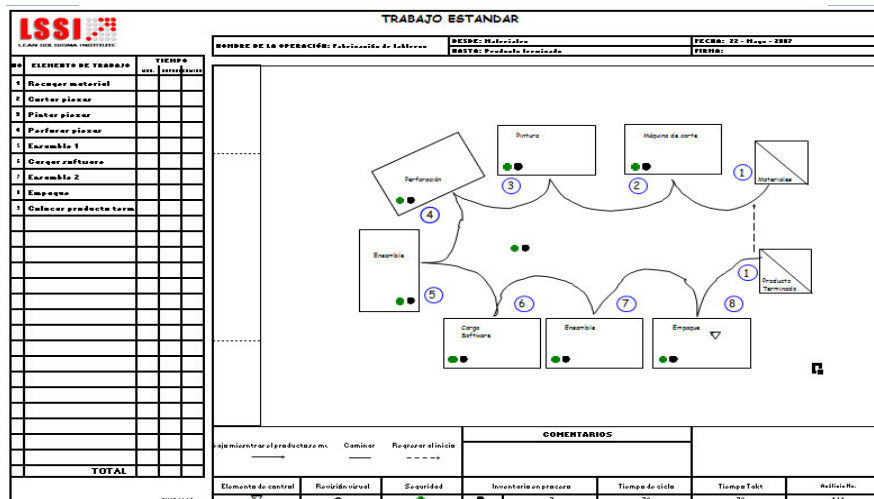


Fuente: Socconini L. (2008), Lean Manufacturing Paso a Paso; Edit. Norma, México

- GRAFICA DE TRABAJO ESTANDARIZADO:

Ilustra el diseño del proceso con el operador y el flujo de material, para establecer los movimientos más eficientes de acuerdo con las operaciones estáticas y dinámicas, incluye distancias y se analizan las operaciones del grupo de trabajo

GRAFICO 48 TRABAJO ESTANDARIZADO


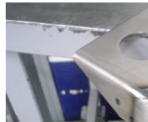




Fuente: Socconini L. (2008),
Lean Manufacturing Paso a
Paso; Edit. Norma, México

- GRAFICA DE OPERACIÓN ESTANDAR:

Muestra paso por paso cada una de las secuencias de trabajo

GRAFICO 49 OPERACIÓN ESTANDAR

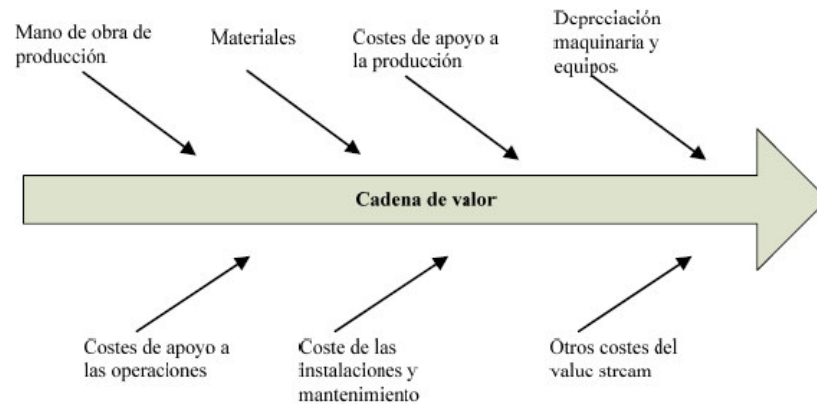
INSTRUCCIÓN DE OPERACIÓN						
Departamento: Ensamble		Area: Producción	Operación: Corte	Tipo de producto: Tablero	Preparado por: Luis Socconini	Pág. 1 de 1
NO.	SECUENCIA DE OPEACIONES	PUNTOS CLAVE	ILUSTRACIONES			
1	Tome el material	Tome el material con la mano derecha	  			
2	Fije el material en la mesa de trabajo	Utilice abrazaderas para mantener fija la pieza				
3	Coloque las puntas en dirección al filo de la mesa	Cuide que la pieza esté bien balanceada de ambos lados				
4	Corte la pieza a la medida establecida					
5	Ponga las piezas cortadas en la mesa siguiente					
REGISTRO DE CAMBIOS		CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD		FIRMAS		
Fecha	Rev	Descripción del cambio	Sup.	Aprob.	Fecha	Turno
10/10/2007	01	Edición inicial	7	10		
						
				El equipo de seguridad debe ser utilizado en todo momento		
				Supervisor: _____ Operador: _____		

Fuente: Socconini L. (2008),
Lean Manufacturing Paso a
Paso; Edit. Norma, México

b) LEAN ACCOUNTING:

Es la exportación de la filosofía Lean a la contabilidad. La esencia de la filosofía Lean es conseguir cada vez mejores resultados mediante la aplicación de herramientas y enfoques para la eliminación de todo aquello que no es estrictamente imprescindible para la aportación de valor añadido al cliente. La contabilidad Lean, o Lean Accounting, hace uso de los costes de la cadena de valor

GRAFICO 50 LEAN ACCOUNTING



Fuente: Ruiz, P., & Diaz, P. (5 de Setiembre de 2008)

BENEFICIOS:

- Provee información para tomar mejores decisiones.
- Reduce tiempo, costos y desperdicio por la eliminación de transacciones y sistemas administrativos innecesarios.
- Identifica los beneficios potenciales de las iniciativas de mejora lean y se enfoca en las estrategias requeridas para alcanzar estos beneficios.
- Motiva las mejoras lean a largo plazo, al proveer información y estadísticas con un enfoque ágil.
- Provee métodos para identificar el impacto financiero de las mejoras de manufactura lean.
- Permite tiempo libre a la gente de finanzas para trabajar en las mejoras lean.

- Genera nuevas formas para tomar decisiones administrativas relacionadas con precios, utilidades, hacer o comprar, y clientes, etc.

LEAN ACCOUNTING VS CONTABILIDAD TRADICIONAL:

El beneficio principal de la aplicación de este tipo de contabilidad radica en que es menos compleja y menos costosa que la tradicional ya que es capaz por sí misma de eliminar informes innecesarios o aportar datos de utilidad real en el día a día. Aplicar el Lean Accounting permite a los contables ejercer como controladores de la calidad, logrando proporcionar informes más útiles como el aumento o la caída de los costes en pasos específicos de la cadena de valor, encontrar oportunidades de disminución de costes en envíos

GRAFICO 51 LEAN ACCOUNTING VS. CONTABILIDAD TRADICIONAL

Cuenta de resultados tradicional		Cuenta de resultados por cadenas de valor (<i>value stream</i>)				
	Total planta		Value stream 1	Value stream 2	Value stream 3	Total planta
Ventas		Ventas				
Invent. inicial productos		- Costes de materiales				
Costes de fabricación		- Costes de personal				
Inventario final de productos		- Costes de amortización				
		- Otros costes				
Costes de Venta		Beneficio / pérdidas del value stream				
Otros gastos						
Beneficio / pérdida de la planta						

Fuente: Ruiz, P., & Diaz, P. (5 de Setiembre de 2008)

3.4 HIPOTESIS

3.4.1 HIPOTESIS GENERAL

Mediante la implementación de Lean Manufacturing se lograra entregar la producción en el tiempo solicitado por los clientes.

3.4.2 HIPOTESIS SECUNDARIAS

- Mediante la implementación de VSM se identificara las actividades cuello de botella o sin valor agregado.
- Mediante la implementación de Takt Time lograremos sincronizar el ritmo de producción con el de la demanda.

3.5 MATRIZ DE CONSISTENCIA

GRAFICO 52 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS
Principal	General	Principal
¿Cómo reducir el Plazo de entrega (Lead Time) en la línea de producción estándar de una empresa textil de confecciones?	Aplicar Lean Manufacturing para incrementar la productividad	Mediante la implementación de Lean Manufacturing se lograra entregar la Produccion en el tiempo solicitado por los clientes.
Específicos	Específicos	Secundarias
¿Cómo identificar y analizar las causas que originan el problema principal?	Cartografiar la situación actual a través del Mapa de la cadena de valor o Value Stream Mapping (VSM)	Mediante la implementación de VSM se identificara las actividades cuello de botella o sin valor agregado
¿Cómo ajustar la producción al ritmo de la demanda del cliente?	Identificar el ritmo de la demanda del cliente a través de la implementación del Takt Time	Mediante la implementación de Takt Time lograremos sincronizar el ritmo de producción con el de la demanda

Fuente: Elaboración Propia

4. DISEÑO METODOLOGICO

Se seleccionara un proyecto ejecutado anteriormente, con la finalidad de lograr mejorar y reducir el Lead Time; Todo el procedimiento será a través de la aplicación de la metodología Lean Manufacturing

Las etapas a seguir serán las siguientes:

DEFINIR ⇒ MEDIR ⇒ ANALIZAR ⇒ MEJORAR ⇒ CONTROLAR

4.1 DEFINIR:

4.1.1 SELECCIÓN DEL PRODUCTO:

Para realizar el estudio, primero se debe de elegir el producto que interese en función de las necesidades que se tengan en ese momento, como tiempo elevado de proceso, sobreproducción, el de mayor demanda, etc.

En nuestro caso realizaremos un análisis a las órdenes de producción del año 2014 para establecer cuál es el producto que tiene mayor demanda y por tanto establecerlo como objeto de nuestro estudio.

Para tal fin se muestra la siguiente grafica en donde se observa la estructura del Registro de Ordenes de Producción del 2014 y un segmento de las mismas

Tabla 1 REGISTRO DE OP 2014

REGISTRO DE ORDENES DE PRODUCCION 2014											
OP	LOTE	O/COMPRA	ID	CATEGORIA	VERSION	CTDAD	ARTICULO	COLOR	CLIENTE	MARCA	FECHA PEDIDO
4483	A12013	CMA-0025-2011-OF	A	Camisa	CAM002	2507	Amplitude 6.5	Celeste	Petroperu	BRIGADE	04/01/2014
4484	A12014	CMA-0025-2011-OF	A	Casaca	CAS003	339	Amplitude 9.5	Azul	Petroperu	BRIGADE	04/01/2014
4484	A12015	CMA-0025-2011-OF	A	Casaca	CAS003	13	Amplitude 9.5	Rojo	Petroperu	BRIGADE	04/01/2014
4484	A12016	CMA-0025-2011-OF	A	Mandil	MAN001	60	Amplitude 6.5	Blanco	Petroperu	BRIGADE	04/01/2014
4485	A12017	CMA-0025-2011-OF	A	Mameluco	MAM001	274	Amplitude 9.5	Azul	Petroperu	BRIGADE	04/01/2014
4485	A12018	CMA-0025-2011-OF	A	Mameluco	MAM001	75	Amplitude 9.5	Rojo	Petroperu	BRIGADE	04/01/2014
4486	A12019	CMA-0025-2011-OF	A	Pantalón	PAN001	1197	Amplitude 9.5	Azul	Petroperu	BRIGADE	04/01/2014
4486	A120110	CMA-0025-2011-OF	A	Pantalón	PAN001	2	Amplitude 9.5	Azul	Petroperu	BRIGADE	04/01/2014
4486	A120111	CMA-0025-2011-OF	A	Pantalón	PAN001	162	Denim Amplitud	Azul	Petroperu	BRIGADE	04/01/2014
4495	A120115	ONO 12310089 ON	A	Mameluco	MAM001	35	Amplitude 9.5	Azul	Petroperu	BRIGADE	23/01/2014
4498	A120116	ONO 12310088 ON	A	Mameluco	MAM001	43	Amplitude 9.5	Azul	Petroperu	BRIGADE	26/01/2014
4500	A120117	ADJUDICACION 024	A	Mameluco	MAM003	100	Drill Indura US	Azulino	ELECTROP	BRIGADE	30/01/2014
4500	A120118	ADJUDICACION 024	A	Chaleco	CHA002	100	Drill Indura US	Azulino	ELECTROP	BRIGADE	30/01/2014
4512	A120220	018386	A	Camisa	CAM003	6	Drill Indura US	Azul	Luz del Sur	BRIGADE	03/02/2014
4512	A120221	018386	A	Casaca	CAS001	1	Drill Indura US	Azul	Luz del Sur	BRIGADE	03/02/2014
4512	A120222	018386	A	Pantalón	PAN003	2	Denim Indura	Azul	Luz del Sur	BRIGADE	03/02/2014
4514	A120223	752-2014	A	Camisa	CAM001	22	Drill Indura US	Kaki	Control Tot	BRIGADE	03/02/2014
4514	A120224	752-2014	A	Pantalón	PRO001	22	Drill Indura US	Kaki	Control Tot	BRIGADE	03/02/2014
4515	A120225	12-043602	A	Mameluco	MAM003	16	Nomex Freest	Azul	Corporacio	BRIGADE	06/02/2014
4524	A120226	O.C. 4973	A	Mameluco	MAM003	71	Drill Indura US	Azul	SN POWER	TREXSA	09/02/2014
4529	A120227	ONO 12310217 ON	A	Camisa	CAM002	46	Amplitude 7.5	Celeste	Petroperu	TREXSA	16/02/2014
4529	A120228	ONO 12310217 ON	A	Pantalón	PAN001	8	Amplitude 9.5	Azul	Petroperu	TREXSA	16/02/2014

Fuente: La Empresa (2014)

Haremos uso de la función Tabla dinámica de Excel para poder procesar la totalidad de Ordenes de Producción 2014 a fin de determinar la versión que tiene mayor demanda

Tabla 2 PORCENTAJE DE VENTAS ACUMULADO POR CATEGORIA Y VERSION

Etiquetas de fila		Valores	
		Suma de CTDAD	% del total
Blusa		34	0,21%
BLU001		34	0,21%
Camisa		7425	46,27%
CAM002		5667	35,32%
CAM001		1598	9,96%
CAM003		160	1,00%
Camisaco		1	0,01%
CAM004		1	0,01%
Capucha		2	0,01%
CAP001		2	0,01%
Casaca		1076	6,71%
CAS003		1052	6,56%
CAS001		21	0,13%
CAS002		3	0,02%
Chaleco		678	4,23%
CHA001		578	3,60%
CHA002		100	0,62%
Chaqueta		14	0,09%
CHA001		14	0,09%
Mameluco		1908	11,89%
MAM001		977	6,09%
MAM003		891	5,55%
MAM002		40	0,25%
Mandil		271	1,69%
MAN001		204	1,27%
MAN002		67	0,42%
Pantalón		4216	26,27%
PAN001		2961	18,45%
PAN003		663	4,13%
PAN002		570	3,55%
PRO001		22	0,14%
Protector de nuca		70	0,44%
PRO001		70	0,44%
Traje Forestal		352	2,19%
TRA001		352	2,19%
Total general		16047	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

Encontramos que el producto con mayor demanda es la camisa versión CAM002 por tener el 35,32% del total del productos vendidos, además

tomaremos la OP 4483 como caso de estudio pues fue la OP con la mayor cantidad de prendas solicitadas de esta versión

4.1.2 DESCRIPCION DEL PRODUCTO:

DISEÑO DE CAMISA ANTIFLAMA VERCAM002 - OP 4483

CLIENTE: PETROPERU TALARA

CATEGORIA: CAMISA VER01

MARCA: BRIGADE

TIPO DE TELA: AMPLITUD DE 7OZ

COLOR: CELESTE

HILO: 100% NOMEX TEX 50

PUNTADA PP: 8PP

BORDADO: EN LA PARTE SUPERIOR DEL DELANTERO IZQUIERDO

ORDEN DE COMPRA: NO 13310034

Diseño y Construcción:

Delantero:

- Cuello tipo corbata con refuerzo (100% algodón) interior y barbillas en las puntas del cuello.
- **Manga larga** recta, puños de **6cm** y 2 botones de poliéster #18 color celeste para mejor ajuste, en cada manga. Yugo doble.
- Dos bolsillos tipo parche con tapa de 6.5cm (las puntas del bolsillo y tapa deben tener acabado diagonal) y cerrado con botón #18. el izquierdo con abertura de

3cm para porta lapicero. Deberán tener atraques de seguridad en los extremos superiores hechos con maquina atracadora automática.

- Cerrado con 8 botones de poliéster #18 color celeste con una separación de 8cm y 2 botones de repuesto al final por la parte interna
- El logotipo de **PETROPERU** de 6,0 x 3cm. ubicado en la parte superior del bolsillo izquierdo y bordado todo en color rojo.

Espalda:

- Con doble canesú, este debe tener 11cm de ancho como mínimo, para todas las tallas y fuelle de 4cm para darle mayor amplitud a la camisa.

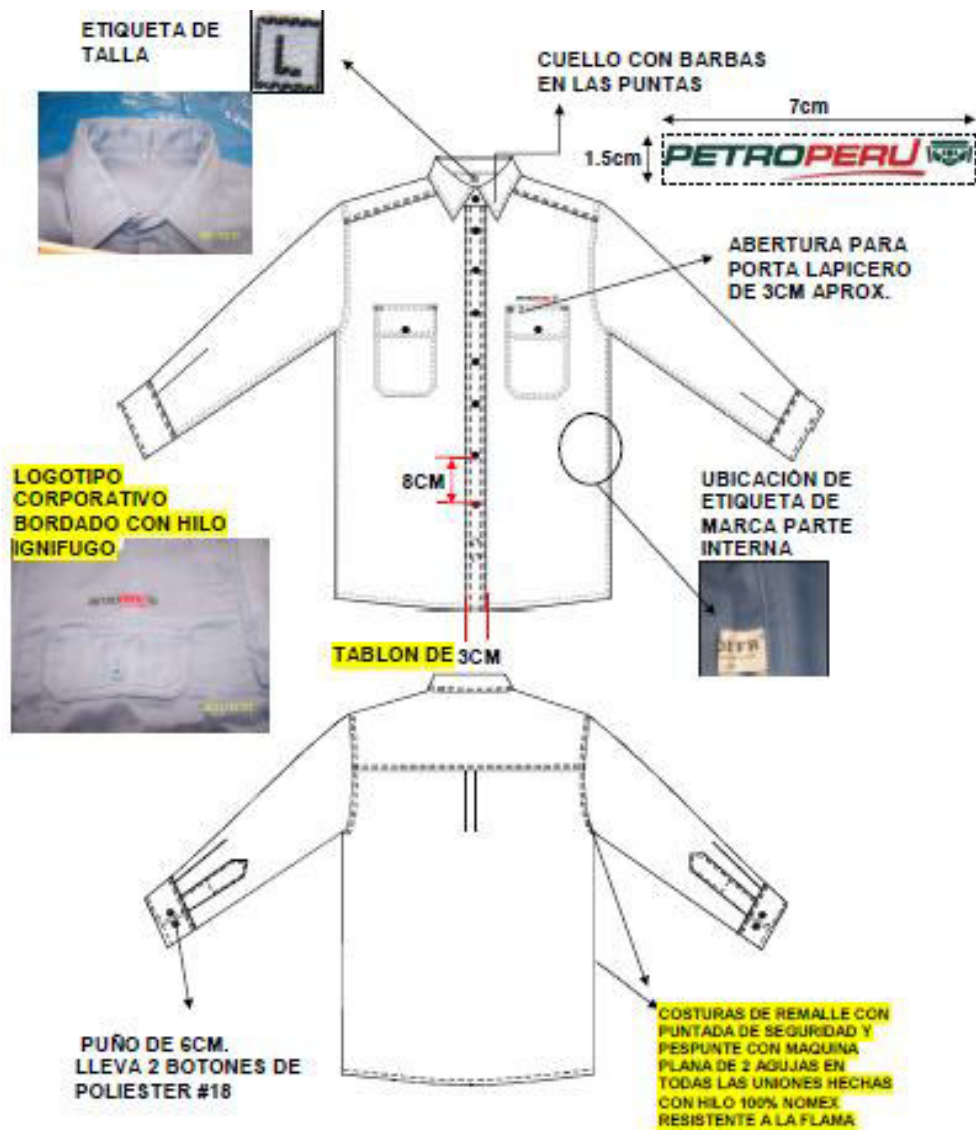
Parte Interna:

- Etiqueta n°1; de marca BRIGADE y talla.
- Etiqueta n°2; **instrucciones de lavado**
- Etiqueta n°3; **advertencia**
- Costura de remalle con puntada de seguridad y pespunte con maquina plana en todas las uniones.
- La ropa deberá tener cierta holgura y no ser ceñida al cuerpo.

Tallas

- J, S, M, L, XL, XXL.

Grafico 53 VISTA FRONTAL Y POSTERIOR DE CAMISA



Fuente: La Empresa (2014)

4.1.3 FLUJO DE VALOR – IDENTIFICANDO PROCESOS

Una vez seleccionado y definido el producto estableceremos el flujo de valor a través de un mapa del estado actual (Value Stream Mapping - VSM)

El mapa del estado actual muestra procesos como actualmente existen. Esto es vital para entender las necesidades para el cambio y para entender donde se encuentran las oportunidades de mejora

Los procesos y el orden en el que serán mapeados son los siguientes

a) CLIENTE:

Emite la orden de compra, condiciones de entrega, cantidad y especificaciones del producto

b) JEFATURA DE PRODUCCION:

Recepciona la información de los requerimientos del cliente y fecha de entrega a través de la Orden de Producción y la ficha técnica, luego procede a elaborar el Programa Maestro de Producción teniendo en cuenta lo siguiente:

- Disponibilidad de máquinas en Taller
- Prioridad en la atención de las Ordenes de Producción pendientes
- Fechas programadas para el mantenimiento preventivo de los equipos
- Disponibilidad de personal

- Stock de materia prima, insumos y producto terminados para determinar las necesidades de materiales (MRP)

La Jefatura de producción, a través del MRP, solicita los materiales necesarios para atender la(s) Orden(es) de Producción, transmite las órdenes de trabajo a los procesos involucrados en la cadena productiva

c) PROVEEDOR:

Surtirá los materiales o existencias necesarias para poder llevar a cabo la Orden de Producción

d) ALMACEN:

Recepción de materiales, codifica, almacena y realiza despacho de insumos y productos terminados. Informa a gerencia sobre la situación del stock de materia prima, proporciona oportunamente los insumos solicitados para la producción de las prendas.

A fin de obtener mejor claridad en el VSM, este proceso lo desdoblaremos convenientemente en 3 entidades (Almacén Telas, Almacén Avíos, Almacén Despacho)

e) TIZADO & CORTE:

En este proceso, según las cantidades y especificaciones establecidas en la Orden de Producción y la ficha técnica, se obtienen en primera instancia el número

de dibujos que contendrán las partes del modelo de prenda solicitada por el cliente, posteriormente estos dibujos son sometidos a proceso de corte a continuación se procede a enumerar cada pieza y agruparlos por tallas. Si la ficha técnica indica que la prenda llevara bordado, se realiza la separación de las piezas de la prenda en donde se ubicara dicho bordado, luego estas piezas son enviadas a servicio externo de bordados, mientras que el resto del corte se envía al proceso de costura

f) SERVICIO DE BORDADO:

Servicio externo, realiza el trabajo de bordar el arte en las piezas y ubicación señaladas en la ficha tecnica del producto.

g) COSTURA:

Previamente al inicio del proceso, se solicita los insumos, como hilos, etiquetas, broches, etc. al almacén para que este efectúe el habilitado respectivo y entregue lo solicitado a costura El proceso se inicia con la revisión de la orden de producción y ficha técnica, mientras se van calibrando las máquinas (setup), luego se procede a confeccionar la ropa según la distribución establecida, utilizando la muestra física de la prenda y la ficha técnica. Finalmente, se efectúa el traslado de la ropa confeccionada al área de Acabados.

La modalidad de trabajo que se utiliza es la producción modular, es decir se forman grupos de trabajo que llevan a cabo diversas operaciones del proceso de confección, como se ingresan lotes de camisas a la vez se generan inventarios de

piezas confeccionadas entre los módulos, pues se debe de esperar a que el módulo subsiguiente quede libre de efectuar la siguiente operación; la salida que se le ofrece a esta situación es buscar otras operaciones a elaborar para continuar con el trabajo pero los inventarios de piezas confeccionadas siguen acumulándose

h) ACABADOS:

Se inicia con la revisión de la orden de producción y ficha técnica, luego se procede al colocado de botones, ojales, broches, etc. a la vez que se realiza la limpieza total de la prenda, planchado, doblado y embolsado. En el caso que se detecte alguna no conformidad durante el desarrollo del trabajo, estas son reprocesadas y registradas. Por último se hace entrega de las prendas terminadas al proceso de almacén, aceptando el personal a cargo la conformidad de lo recibido cuando sea el caso, con la firma respectiva.

Una vez definido los procesos y el rol que cumplirán en la cadena de valor, elaboramos el bosquejo del mapa de la cadena de valor en su estado actual; para dotar de data al mapa, haremos una recolección de datos analizando cada proceso y la interacción entre ellos.

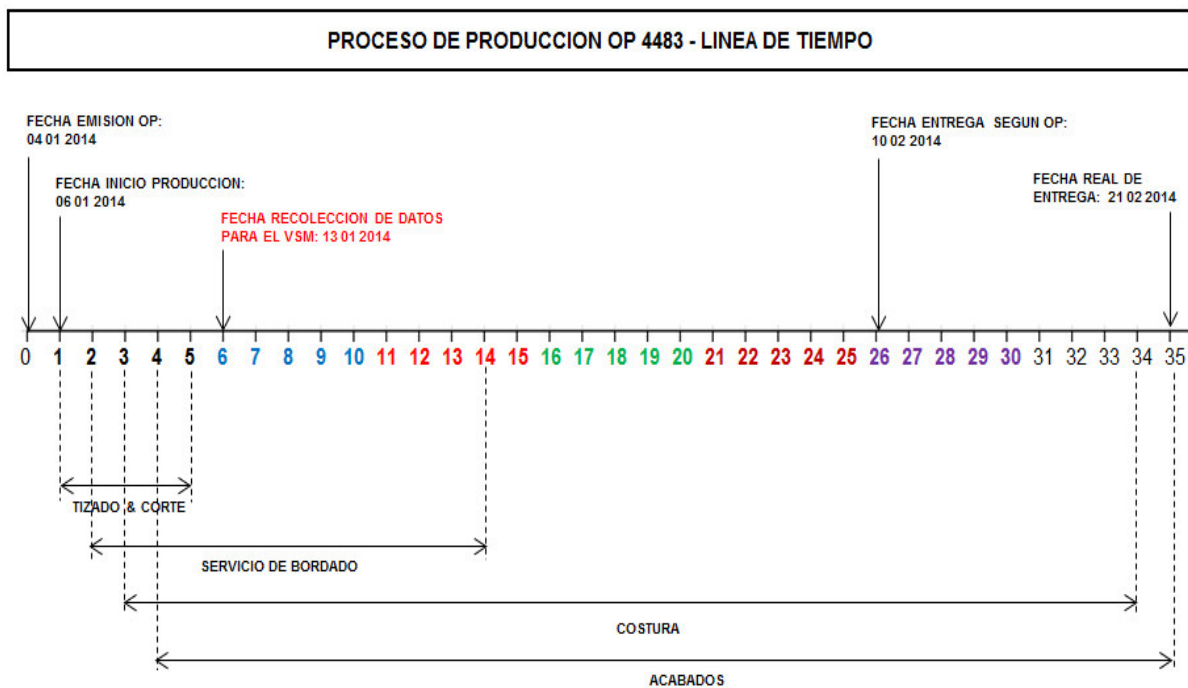
4.2 MEDIR

4.2.1 RECOLECCION DE DATOS EN PROCESOS

Antes de realizar la recolección de datos, se presenta la línea de tiempo de ejecución de la OP 4483; en él podremos observar claramente el día en el que se recogió la información y ubicar esa fecha con respecto al desempeño de las actividades tal como fueron llevados a cabo en la práctica.

La OP 4483 solicitaba la entrega de 2507 camisas en 26 días útiles.

Grafico 54 OP 4483 - LINEA DE TIEMPO



Fuente: Elaboración Propia

Ahora procederemos a la recolección de datos en cada uno de los procesos del VSM

a) CLIENTE:

Emite la orden de compra vía correo electrónico y recepciona el producto proveniente del almacén de despacho del fabricante, en el día estipulado

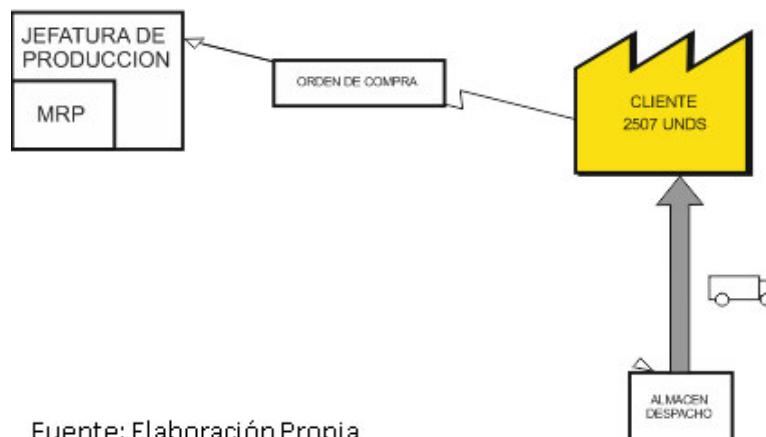
Nombre del Cliente: Petroperu Talara

Requerimiento: 2507 camisas (96.42 \approx 97 und/día)

Modelo: CAM 002 con especificaciones y bordados según lo descrito en la ficha técnica

Plazo de ejecucion: 03/01/2014 – 10/02/2014 (26 días laborables)

Grafico 55 PROCESO CLIENTE



Fuente: Elaboración Propia

b) JEFATURA DE PRODUCCION:

A través de la Orden de Producción recepciona las necesidades del cliente, determina los requerimientos de materiales necesarios a obtener del proveedor.

Transmite información vía correo electrónico a:

Almacén de telas,

Almacén de avíos

Almacén de despacho

Servicio de bordado

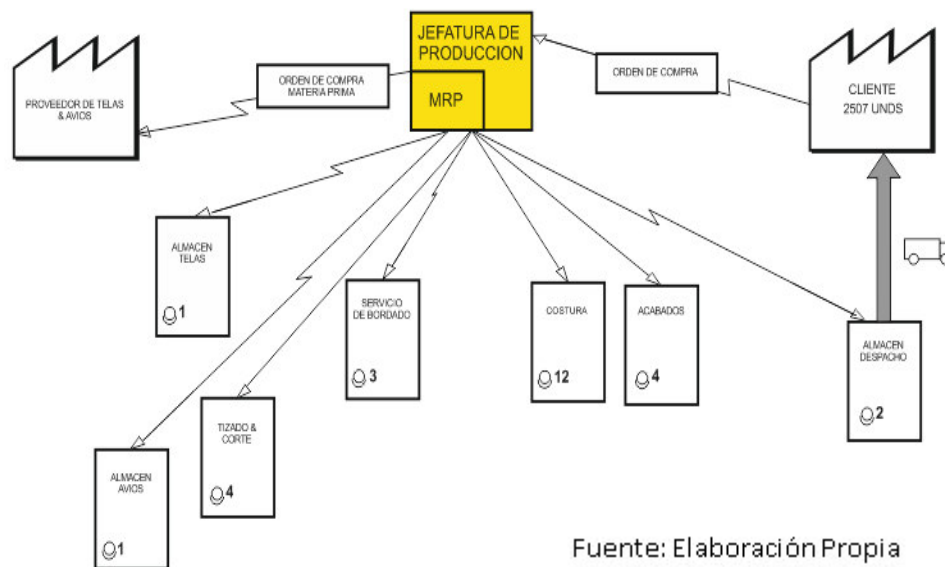
Vía coordinación directa:

Tizado & Corte

Costura

Acabados

Grafico 56 PROCESO JEFATURA DE PRODUCCION

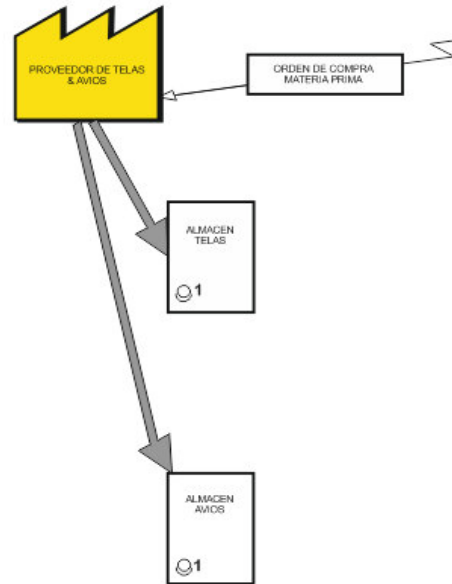


Fuente: Elaboración Propia

c) PROVEEDOR DE TELAS & AVIOS:

Realiza la entrega de los materiales requeridos, dependiendo del tipo de material que entrega, son recepcionados en Almacén de Tela o Almacén de Avíos

Grafico 57 PROCESO PROVEEDOR DE TELAS & AVIOS



Fuente: Elaboración Propia

d) ALMACEN:

Se involucra en la cadena productiva a través de llevar a cabo las siguientes actividades:

- ALMACEN DE TELAS:

Recepciona la materia prima procedente del Proveedor, atiende solicitud de entrega de telas a Tizado & corte, dicha solicitud la realiza la Jefatura de Producción mediante correo electrónico, Personal del Almacén procede a consolidar la cantidad de tela según las características solicitadas y luego se envía hacia Tizado y Corte, se recopiló los siguientes datos:

Inventario: 0

Tiempo de Ciclo: 0.72 seg.

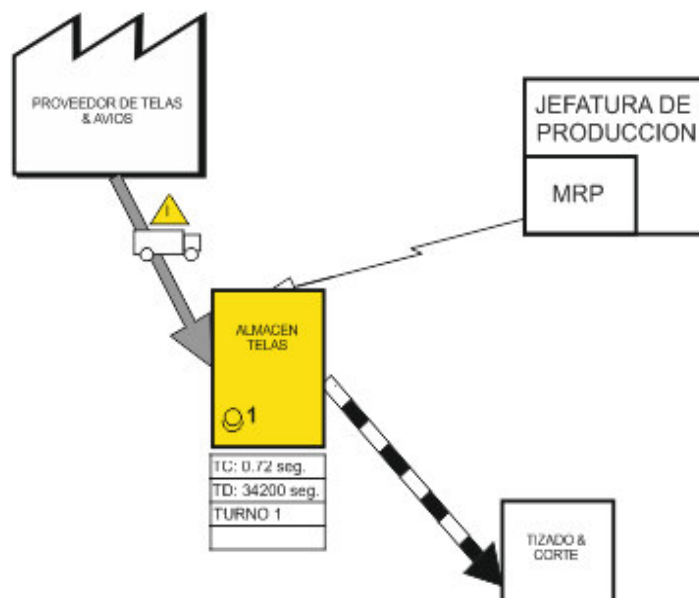
Tiempo Disponible: 34200 seg. (9.5 hrs)

Operarios: 1

Turno: 1

Nota: Se observó que la tela necesaria para atender esta Orden de Producción ya había sido entregado, todos los rollos necesarios se trasladaron a tizado y corte en ½ hora, por lo que el tiempo de ciclo para 1 camisa sería $(30 \times 60) / 2507$ segundos

Grafico 58 PROCESO ALMACEN DE TELAS



Fuente: Elaboración Propia

- ALMACEN DE AVIOS:

Atiende solicitud de entrega de avíos de costura, dicha solicitud la realiza la Jefatura de Producción mediante correo electrónico, Personal del Almacén procede a la preparación de tales avíos según los detalles proporcionados y luego se envía

hacia el proceso de Costura, se observó que los avíos necesarios para atender esta Orden de Producción ya había sido entregado

Inventario: 0

Tiempo de Ciclo: 0.96 seg.

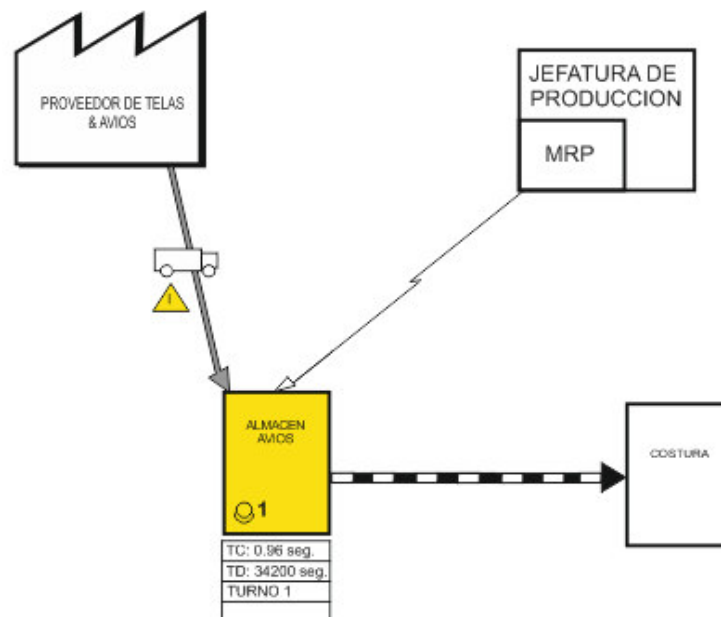
Tiempo Disponible: 34200 seg. (9.5 hrs)

Operarios: 1

Turno: 1

Nota: Se observó que los avíos necesarios para atender esta Orden de Producción ya había sido entregado, estos avíos se habilitaron y trasladaron a tizado y corte en 40 minutos, por lo que el tiempo de ciclo para 1 camisa seria $(40 \times 60) / 2507$ segundos

Grafico 59 PROCESO ALMACEN DE AVIOS



Fuente: Elaboración Propia

- ALMACEN DE DESPACHO:

Recepciona los productos terminados procedentes del proceso de Acabados, realiza el conteo de las prendas y verifica que las cantidades y tallas estén en conformidad con la Orden de Producción a continuación procede al embalado, sellado, enzunchado y etiquetado de las cajas para posteriormente trasladarlos al área de despacho

Inventario: 160

Tiempo de Ciclo: 2.87 seg

Tiempo Disponible: 34200 seg. (9.5 hrs)

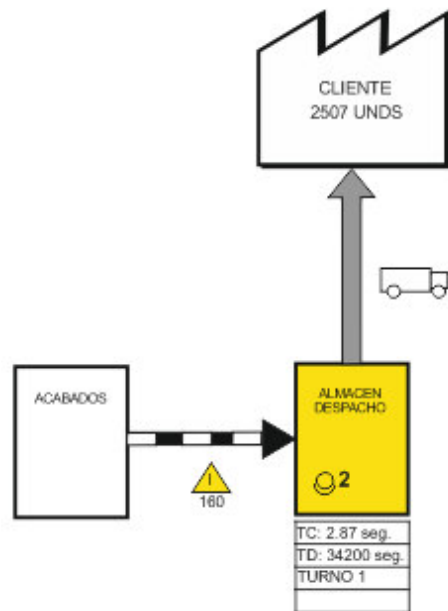
Operarios: 2

Turno: 1

Nota: El personal de almacén informo que para el trabajo de preparar la mercadería para despacho les tomaría un promedio de 2 horas, antes de iniciar el proceso ellos ya tiene identificados columnas de prendas de con tallas y cantidades definidas a las que se le agregan la producción entregada por acabados en el día final del proceso de producción, el tiempo de ciclo seria $(120 \times 60) / 2507$ segundos

El inventario de 160 unidades proviene de las prendas embolsadas y listas que dispone el área de acabados en el momento de la recolección de datos, durante el sexto día de iniciado los trabajos

Grafico 60 PROCESO ALMACEN DE DESPACHO



Fuente: Elaboración Propia

e) TIZADO Y CORTE:

En este proceso, Una vez disponibles los rollos de tela necesarios y según las cantidades y especificaciones establecidas en la Orden de Producción y la ficha técnica (documentos proveídos por Jefatura de Producción); Se hacen los cálculos para obtener el número de dibujos que contendrán las piezas y cantidades de prendas correspondientes al modelo solicitado por el cliente, posteriormente estos dibujos son sometidos a proceso de corte a continuación se procede a enumerar cada pieza y agruparlos por tallas. Si la ficha técnica indica que la prenda llevara bordado, se realiza la separación de las piezas de la prenda en donde se ubicara dicho bordado, luego estas piezas son enviadas a servicio externo de bordados, mientras que el resto del corte se envía al proceso de costura

Inventario: 0

Tiempo de Ciclo: 68.21 seg

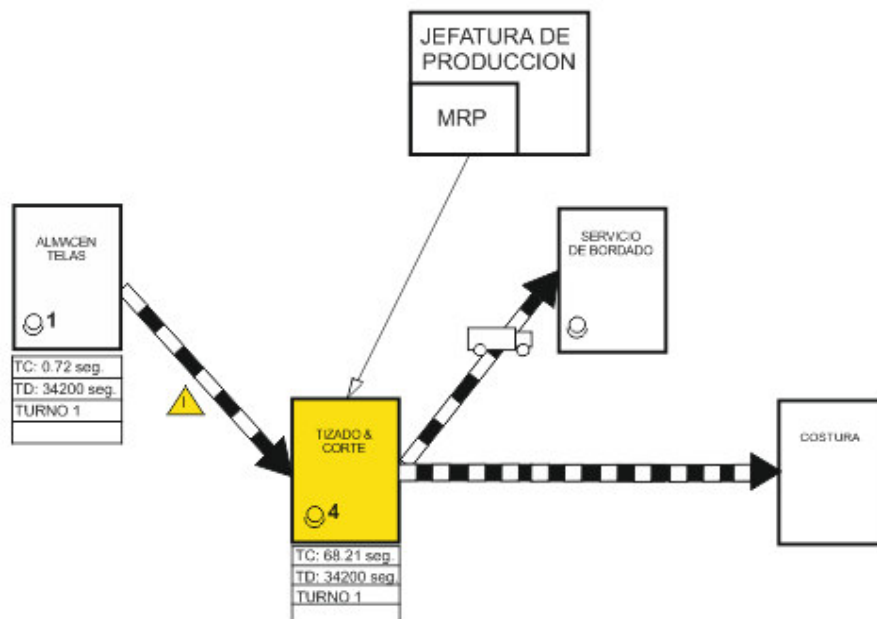
Tiempo Disponible: 34200 seg. (9.5 hrs)

Operarios: 4

Turno: 1

Nota: Se observó que los rollos de tela necesarias para atender esta Orden de Producción ya había sido entregado y procesados; Los trabajos se llevaron a cabo durante 5 días, por lo que el tiempo de ciclo para 1 camisa seria $(5*9.5*60*60)/2507$ segundos

Grafico 61 PROCESO TIZADO Y CORTE



Fuente: Elaboración Propia

f) SERVICIO DE BORDADOS:

Servicio externo, realiza el trabajo de bordar el imagotipo en las piezas según la ubicación señaladas en la ficha técnica proporcionada vía correo electrónico por Jefatura de Producción, Las piezas a bordar son separadas durante el proceso de Tizado & Corte para ser enviadas al bordador; una vez bordadas son devueltas para ser incorporadas al proceso de producción.

Para el día de levantamiento de datos habían transcurrido 4 días completos de trabajo de bordado, el ritmo de entrega de piezas bordadas era de 200 diarios y se habían enviado ya a bordar la totalidad de las piezas, además un lote de 200 se encontraba en producción

El horario de trabajo de la empresa bordadora es de 8 horas

Grafico 62 PROCESO SERVICIO DE BORDADOS

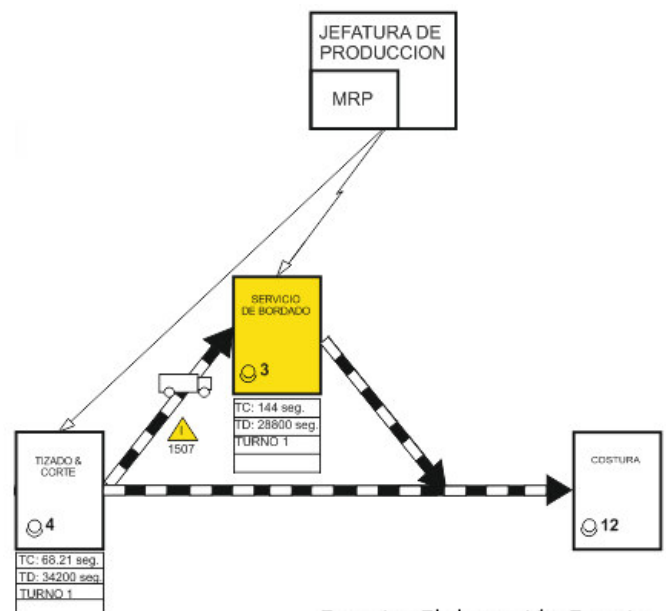
Inventario: 1507 (2507 – 800 - 200)

Tiempo de Ciclo: 144 seg (8*60*60)/200

Tiempo Disponible: 28800 seg. (8 hrs.)

Operarios: 3

Turno: 1



g) COSTURA:

Previo al inicio del proceso, Jefatura de Producción solicita y verifica la disponibilidad de los siguientes:

Tabla 3 HOJA DE INSUMOS (AVIOS)

- **Ficha Técnica** de producto
- **Solicitud de avíos** de confección
- Vía email
- **Verificación de traslado de Cortes**
- a Costura** mediante revisión de registro de traslado
- **Situación de los bordados**

PETROPERU TALARA-CAMISA MANGA LARGA ANTIFLAMA VER00-OP:4483				
Avios /Prenda	CANTIDAD/ PRENDA	Medida	Color	Ubicación
DRILL INDURA US 70Z. STYLE 301		1.60 mts.	Celeste	
Etiqueta de marca BRIGADE	1	Unico	Unico	cuello
Etiqueta de marca trexa	1	Unico	Unico	Bolsillo izq.
Etiqueta ultrasoft	1	Unico	Unico	cuello
Etiqueta de talla	1	Unico	Unico	cuello
Etiqueta de lavado brigade	1	Unico	Unico	Bolsillo izq.interno
Etiqueta HRC2 (Nivel de riesgo)	1	Unico	verde	Bolsillo izq.
Etiqueta advertencia	1	Unico	Unico	Bolsillo derecho
Bolsa impresa	1	35 x 50 cm	transparente	Empaque
Hantag	1	20,5 x 15 cm		Acabados
Tallas adhesivas de papel	1			Acabados
bolsita policlick	1	2x2		Acabados
barbilla para cuello	2	Unico	transparente	Cuello
balin	1	45 mm		Acabados
Boton n° 18 de 4 perforaciones	10		al tono	cerrado frontal
Boton n° 18 de 4 perforaciones	2		al tono	bolsillo
Boton n° 18 de 4 perforaciones	4		al tono	puño
CONSUMO DE HILOS		Medida (yds)	Color	Ubicación
Hilo 100% nomex tex 50		134	Celeste	todas las costuras
Hilo 100% nomex tex 27		2.5	blanco	pegar etiquetas
100% nomex tex 27		2.3	celeste	Hilo de repuesto
Hilo 100% nomex tex 27		12	celeste	ojal
Hilo 100% nomex tex 27		16	celeste	boton

Cuando se dispone de los elementos arriba detallados, se inicia el proceso de Costura

Las prendas armadas que salen de Costura se entregan al proceso de Acabados

Durante el levantamiento de datos se encontró los inventarios siguientes:

- El inventario de bordados fue de 400 piezas (al día 6, habían retornado 200 x 4 piezas a los que hay que restar 400 piezas tomadas por costura para realizar el trabajo)

-El inventario de cortes fue de 2107 cortes de camisas (2507 – 400) puesto que Costura tomaba un paquete de 100 camisas diarias para procesar

El inventario de Avíos fue de 2107 cortes de camisas (2507 – 400) puesto que Costura tomaba kits de avíos acorde al paquete de camisas que tomaba a diario

El tiempo de ciclo de armado de la camisa es de 47.23 minutos por unidad

Tabla 4 DATOS PROCESO DE COSTURA

Paquete de camisa	N° costureros	Tiempo de ciclo (hrs.)	Produccion esperada (por hora)	Produccion esperada (por dia)	Produccion diaria real
100	10	0,79	12,658	120,253	80

Fuente: Elaboración Propia

Eficiencia: Unidades Reales / Unidades Esperadas \Rightarrow 80/120: 0.67%

Inventario (Bordados): 400

Inventario (Cortes): 2107

Inventario (Avíos): 2107

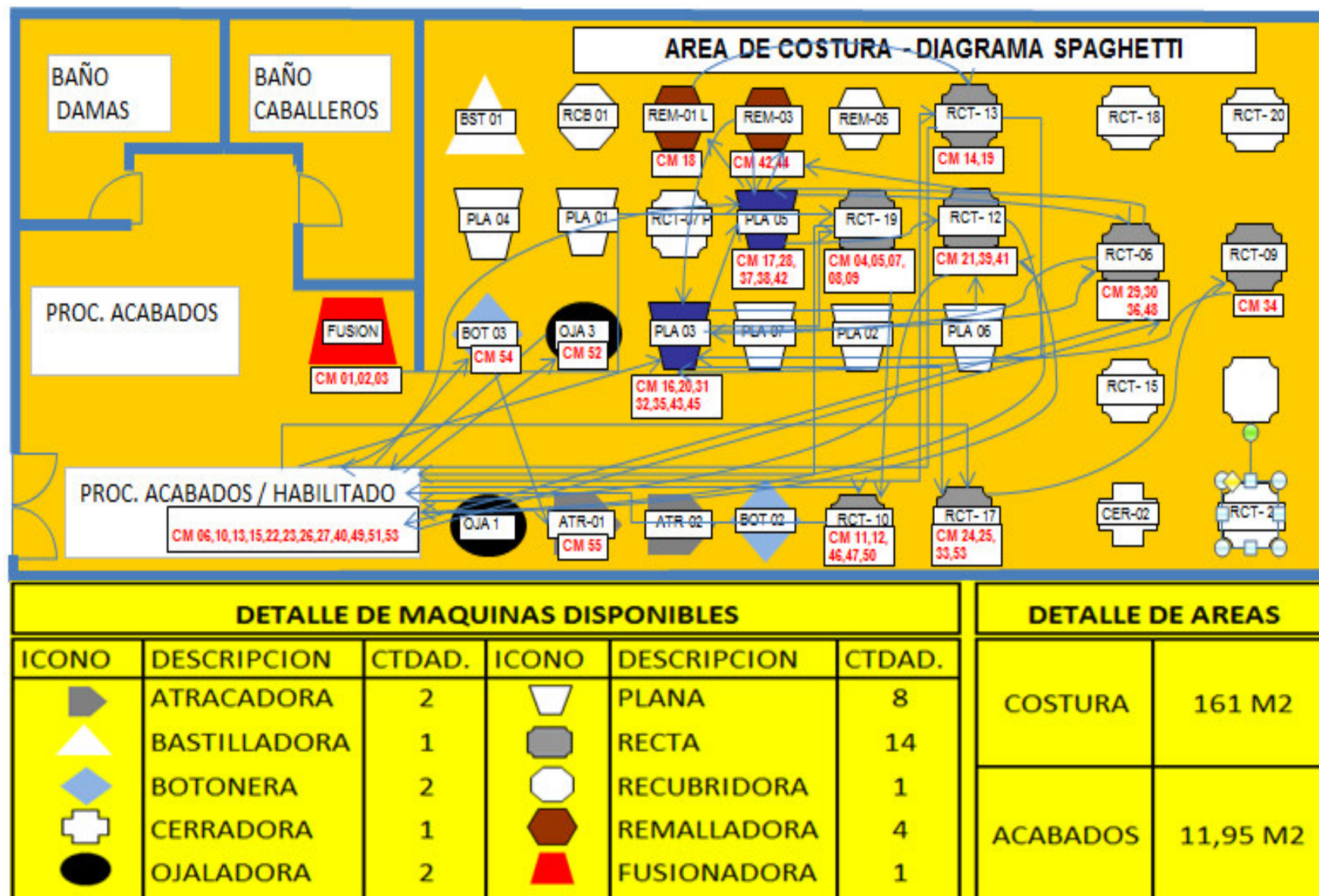
Turno: 1

Tiempo de Ciclo: 2833.8 seg. (47.23 min * 60)

Tiempo Disponible: 34200 seg. (9.5 hrs)

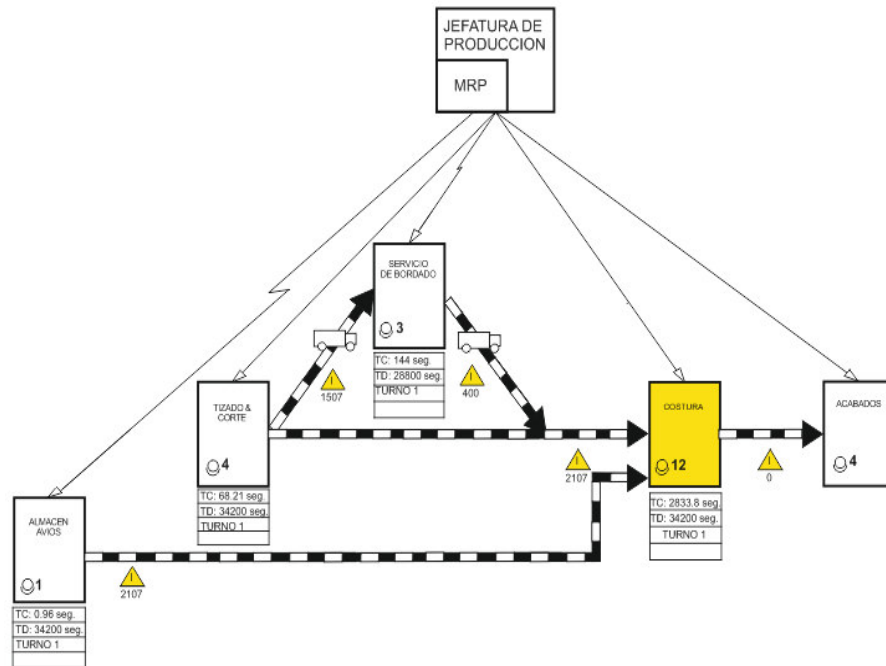
Operarios: 12 (10 costureros y 2 habilitadores)

Grafico 63 DIAGRAMA SPAGHETTI – MAQUINAS DISPONIBLES – DETALLE DE AREAS



Fuente: Elaboración Propia

Grafico 64 PROCESO DE COSTURA



Fuente: Elaboración Propia

h) ACABADOS:

Dispone de Orden de Producción y la ficha técnica del producto (documentos proveídos por Jefatura de Producción)

Recepciona prendas armadas del área de Costura con su correspondiente información de tallas y cantidades, Antes de iniciar el proceso, se realiza una revisión preliminar para verificar que esté acorde a la Ficha Técnica correspondiente

Al finalizar los acabados se hace una verificación de tallas y cantidades

Se detectó existencia de productos terminados apilados en el área, se consultó porque no se entregaba a almacén, el responsable del área respondió que esperaba consolidar la totalidad de una talla para luego entregarlo a almacén.

El tiempo de ciclo es de 11 minutos por unidad

Se detectó un inventario de camisas por trabajar de 40 unidades

Inventario: 40

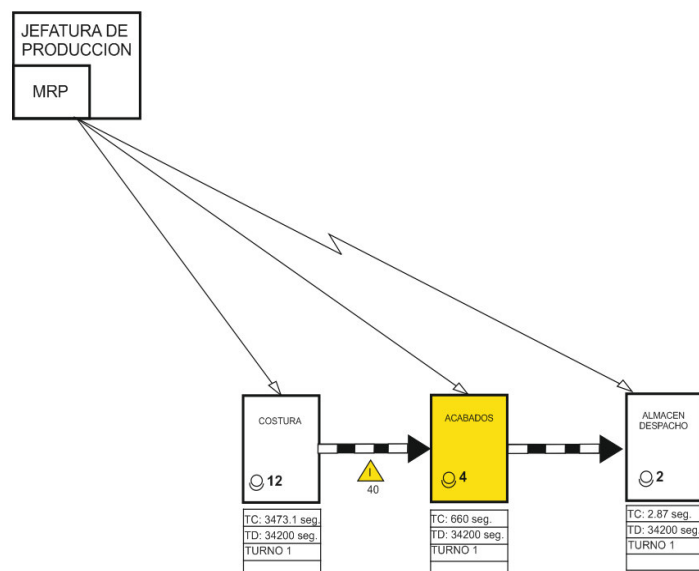
Tiempo de Ciclo: 660 seg (11 min * 60)

Tiempo Disponible: 34200 seg. (9.5 hrs)

Operarios: 4

Turno: 1

Grafico 65 PROCESO ACABADOS

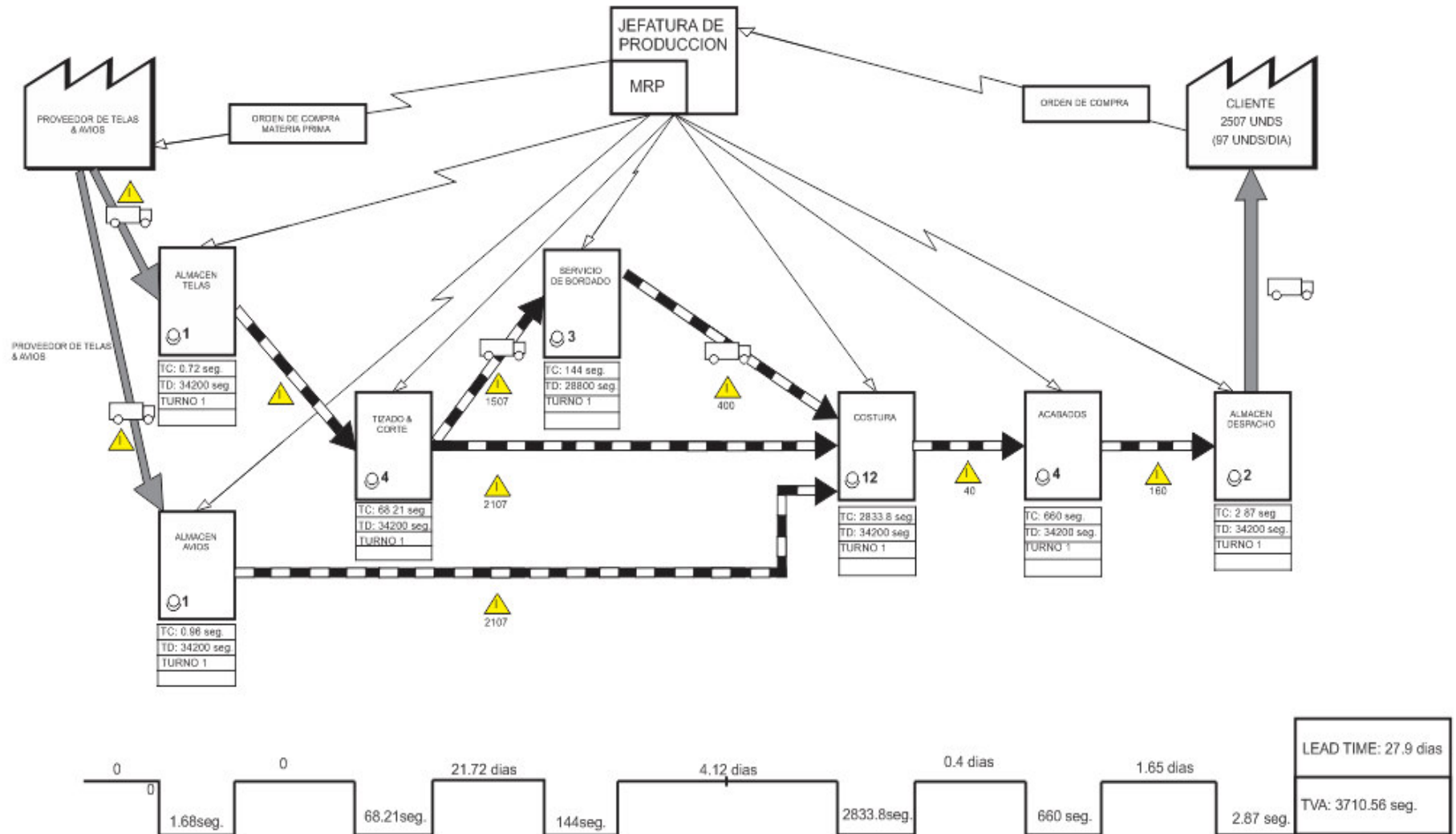


Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber realizado la recolección de datos de cada proceso, estamos en condiciones de construir completamente el VSM del estado actual

VALUE STREAM MAPING (VSM) - SITUACION INICIAL

Grafico 66 VSM SITUACION INICIAL



Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 ESTABLECER INDICADOR

Tabla 5 INDICADOR

OBJETIVO	INDICADOR	FORMULA
CUMPLIR CON ENTREGAR 2507 CAMISAS EN 26 DIAS	% DE CAMISAS ENTREGADAS A TIEMPO	$\frac{\text{N}^{\circ} \text{ CAMISAS ENTREGADAS EN 26 DIAS}}{\text{N}^{\circ} \text{ CAMISAS REQUERIDAS EN 26 DIAS}} \times 100$

Fuente: Elaboración Propia

- INDICADOR SITUACION ACTUAL:

$$\% \text{ Entrega} = \frac{80 \times 24}{2507} \times 100 = 76.58\%$$

4.2.3 ESTABLECER METAS

- Para poder cumplir el requerimiento de 2507 camisas, debemos de obtener:

$2507/26 \approx 96.42$ camisas por día como producto terminado.

- Eliminar o reducir al mínimo los inventarios en proceso ya que solo incrementan el Tiempo de No Valor Agregado (TNVA)

4.3 ANALIZAR

4.3.1 ANALIZAR DESPERDICIOS

Los desperdicios generados en el proceso de producción son:

Tabla 6 ANALISIS DE DESPERDICIOS

CATEGORIA DE DESPERDICIO	LUGAR/PARTE DEL FLUJO DONDE OCURRE	DESCRIPCION	CAUSAS
Esperas	Costura	El flujo no es continuo en las áreas del proceso de producción.	El tiempo de producción del área de Ensamble es muy superior en comparación a las demás áreas (cuello de botella)
	Acabado		
	Almacen de Despacho		
Inventario	Servicio de Bordado	Stock generado en los productos en proceso.	La producción de las áreas no está nivelada.
	Costura		
	Acabado		
RRHH	Almacen de Despacho		
	Costura	No todos los costureros están en condiciones de realizar armado completo de prenda	Falta de capacitación

Fuente: Elaboración Propia

PRIORIZACION DE CAUSAS

Mediante un diagrama de Pareto, analizaremos los tiempos de no valor agregado que se encuentra en el VSM de la situación actual, de esta manera nos identificaremos el o los desperdicios más urgentes para posteriormente buscar soluciones

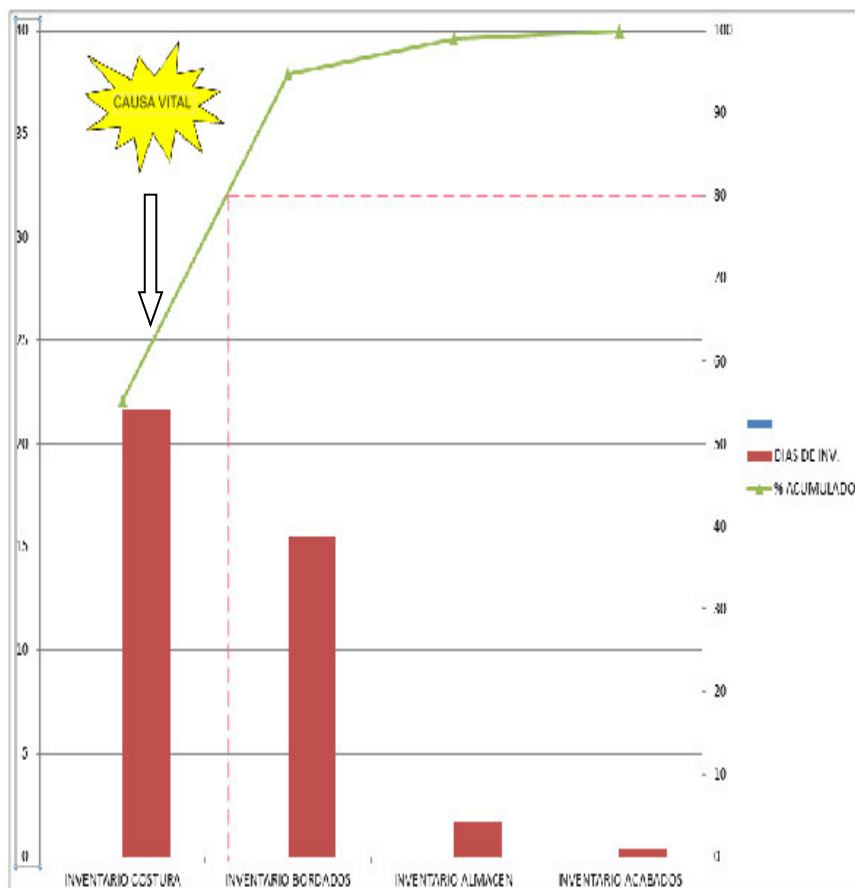
Tabla 7 PRIORIZACION DE CAUSAS

INVENTARIO X AREA	DIAS DE INV.	% ACUMULADO	%
INVENTARIO COSTURA	21,72	55,25311626	55,25311626
INVENTARIO BORDADOS	15,54	94,78504197	39,53192572
INVENTARIO ALMACEN	1,65	98,98244721	4,19740524
INVENTARIO ACABADOS	0,4	100	1,017552786
	39,31		

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 DIAGRAMA DE PARETO

Grafico 67 DIAGRAMA PARETO



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la causa del 80% de los desperdicios están relacionados con el inventario de costura, asimismo en el VSM actual observamos que el Tiempo de Ciclo más alto pertenece también a este proceso; **Por lo**

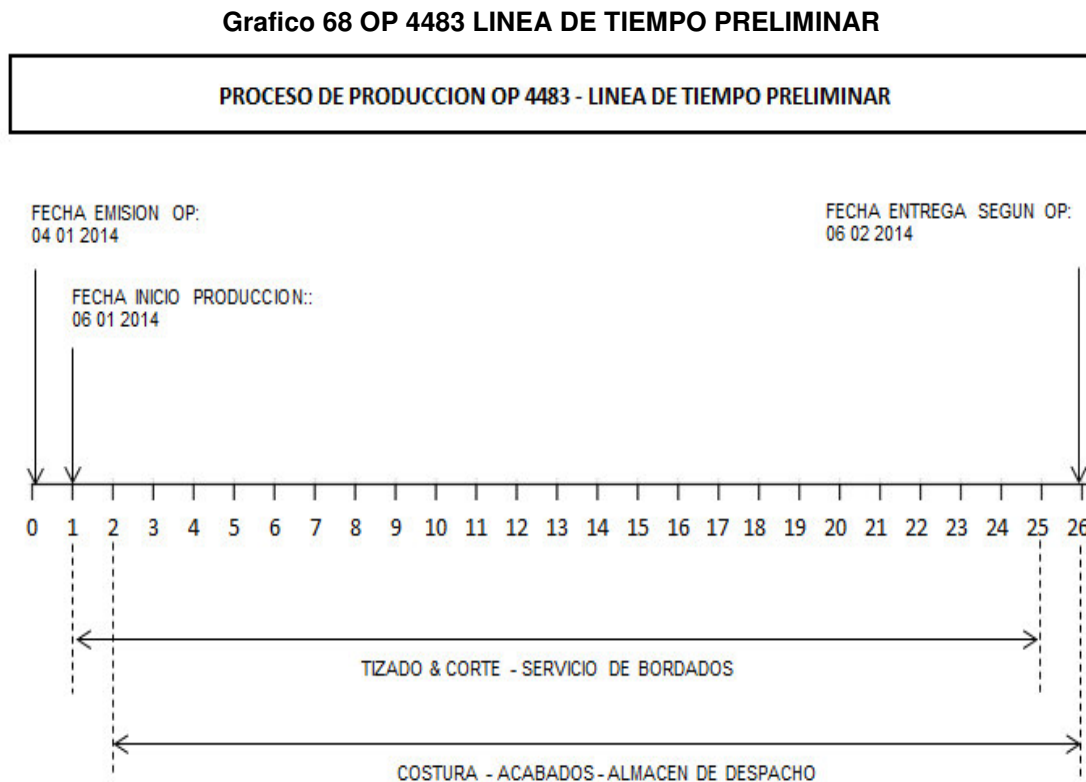
tanto en la etapa de Mejorar nos centraremos en eliminar o reducir al mínimo los desperdicios y el cuello de botella observados en el Proceso de Costura.

4.4 MEJORAR

Según lo observado durante el recojo de datos y por conocimiento del proceso, debemos de empezar el proceso de mejora asumiendo lo siguiente:

- No es realista buscar el flujo continuo entre el Proceso de Tizado & Corte y el Proceso de Costura; **En el proceso de Tizado y Corte los paquetes de prendas se obtienen en bloques** de acuerdo al número de dibujos y capas establecidas, El proceso de costura tiene que esperar que se termine de cortar al menos el primer dibujo para poder recibir paquetes de cortes y empezar a operar. Por lo tanto usaremos Supermercado que es un inventario controlado que se aplica allí donde no es posible obtener flujo continuo

- Dado que no podremos operar en flujo continuo desde el día uno, es necesario establecer una Línea de Tiempo preliminar que nos permita visualizar los días de trabajo disponibles y distribuirlos entre los procesos de Producción.



Fuente: Elaboración Propia

La secuencia de trabajo será de la siguiente manera:

Día 1: Tizado&Corte recibe inicialmente la instrucción de trabajar y entregar un lote de camisas diarias equivalente al takt time hasta completar la orden (el sistema pull que lograremos más adelante hará que el mismo proceso productivo indique el lote diario a cortar), este trabajo se llevara a cabo desde las 7:30 am hasta la 1 pm; En la tarde, se entregara el lote de corte obtenido al proceso de Costura, El responsable de Costura se encargara de realizar las coordinaciones y preparaciones necesarias para iniciar los trabajos sin contratiempos desde el día 2 hasta el día establecido para la culminación de los trabajos

Se deberá de obtener las piezas de bordado al iniciar el corte, de esta manera se hace posible enviar al servicio externo de bordado a media mañana y tener de retorno en horas de la noche dichas piezas, **esto permitirá tener flujo continuo a partir del Día 2 en los procesos posteriores (Costura, Acabados, Almacén de despacho)** pues al final de cada jornada se contara con el lote de camisas cortadas más sus respectivos bordados.

- Para el VSM del estado futuro, se propone fusionar y establecer Flujo Continuo en los procesos siguientes:

- Costura
- Acabados
- Almacén de despacho

Los tiempos de ciclo de Acabado y de Almacén de despacho son cortos por tanto, haremos que funcionen como una prolongación del Proceso de Costura, para ello basta con superar los procesos “burocráticos” entre ellos (Formatos de traslado de prendas de un área a otra) y de establecer las operaciones de los 3 dentro de un solo proceso.

Por lo explicado anteriormente, para el Proceso de Costura, Acabados y Almacén de Despacho **no estimaremos la demanda diaria del cliente considerando 26 días, tenemos que considerar 25 días que son los que si podremos trabajar en flujo continuo; El Takt Time que hallaremos más adelante recogerá estos criterios.**

A continuación presentaremos la secuencia de operaciones con el ciclo total de armado de la camisa y lo compararemos con el Takt Time de Costura – Acabados - Alm. Despacho

4.4.1 PROCESO DE COSTURA - SECUENCIA DE OPERACIONES

MODELO: CAMISA VERSION: CAM002 CLIENTE: PETROPERU TALARA

Tabla 8 OPERACIONES CAMISA VERSION CAM002

CODIGO	OPERACIÓN	TIEMPO DE CICLO MIN/UNIDAD	TIPO DE MAQUINA / OPERACIÓN	OP PRECEDENTE
CM01	Fusionar puños con entretela	0,36	MANUAL / HABILITADO	NINGUNA
CM02	Fusionar cuello con entretela	0,21	MANUAL / HABILITADO	NINGUNA
CM03	Fusionar pie de cuello con entretela	0,32	MANUAL / HABILITADO	NINGUNA
CM04	Bastillar pie de cuello con entretela	0,51	RECTA	CM03
CM05	Embolsar cuello	0,39	RECTA	CM02
CM06	Voltear cuello	0,68	MANUAL / HABILITADO	CM05
CM07	Hacer primer Pespunte de cuello	0,68	RECTA	CM06
CM08	Hacer 2do pespunte de cuello	0,38	RECTA	CM07
CM09	Embolsar cuello a pie de cuello	1,05	RECTA	CM04, CM08
CM10	Voltear unión pie de cuello con cuello	1,01	MANUAL / HABILITADO	CM09
CM11	Bastillar puños con entretela	0,33	RECTA	CM01
CM12	Embolsar puños	0,60	RECTA	CM11
CM13	Voltear puños	0,91	MANUAL / HABILITADO	CM12
CM14	Embolsar tapas de bolsillos	0,66	RECTA	NINGUNA
CM15	Voltear tapas de bolsillos	0,38	MANUAL / HABILITADO	CM14
CM16	Pespuntar tapas de bolsillos	0,68	PLANA	CM15

Fuente: Elaboración Propia

CODIGO	OPERACIÓN	TIEMPO DE CICLO MIN/UNDA	TIPO DE MAQUINA / OPERACIÓN	OP PRECEDENTE
CM17	Bastillar bolsillos delanteros	0,17	PLANA	NINGUNA
CM18	Orillar tapa izquierda	0,13	REMALLADORA	CM16
CM19	Hacer tablón izquierdo (recta)	1,04	RECTA	CM24
CM20	Hacer tablón izquierdo (plana)	0,91	PLANA	CM19
CM21	Bastillar delantero derecho	0,62	RECTA	CM25
CM22	Marcar ubicación de etiquetas en delantero izquierdo	0,30	MANUAL / HABILITADO	NINGUNA
CM23	Marcar ubicación de etiquetas en delantero derecho	0,30	MANUAL / HABILITADO	NINGUNA
CM24	Pegar etiquetas en delantero izquierdo	0,56	RECTA	CM22
CM25	Pegar etiquetas en delantero derecho	0,39	RECTA	CM23
CM26	Marcar ubicación de bolsillos en delantero izquierdo	0,3	MANUAL / HABILITADO	CM20
CM27	Marcar ubicación de bolsillos en delantero derecho	0,3	MANUAL / HABILITADO	CM21
CM28	Pegar bolsillos a delanteros	1,64	PLANA	CM17,CM29,CM30
CM29	Fijar tapa a delantero der.	0,64	RECTA	CM27
CM30	Fijar tapa a delantero izq. (portalapicero)	0,64	RECTA	CM18,CM26
CM31	Pespuntar tapa de bolsillo derecho	0,54	PLANA	CM28
CM32	Pespuntar tapa de bolsillo izquierdo	0,64	PLANA	CM28
CM33	Marcar ubicación de etiquetas en kanesu interno	0,30	MANUAL / HABILITADO	NINGUNA

Fuente: Elaboración Propia

CODIGO	OPERACIÓN	TIEMPO DE CICLO MIN/UNIDAD	TIPO DE MAQUINA / OPERACIÓN	OP PRECEDENTE
CM34	Pegar etiquetas a kanesu interno	0,54	RECTA	CM33
CM35	Unir espalda y kanesus	0,88	RECTA	CM34
CM36	Pespuntar union espalda con kanezus	0,41	PLANA	CM35
CM37	Unir delanteros con espalda	0,64	RECTA	CM32,CM36
CM38	Pespuntar hombros	0,34	PLANA	CM37
CM39	Fijar Yugos en mangas	0,56	RECTA	NINGUNA
CM40	Hacer piquete entre yugos	0,68	MANUAL / HABILITADO	CM39
CM41	Formar yugos	3,70	RECTA	CM40
CM42	Pegar mangas	1,14	REMALLADORA CON PUNTADA DE SEG.	CM38
CM43	Pespuntar sisas	0,59	PLANA	CM42
CM44	Cerrar costados (remalle)	1,32	REMALLADORA CON PUNTADA DE SEG.	CM43
CM45	Cerrar costados (plana)	1,32	PLANA	CM44
CM46	Pegar cuello	2,91	RECTA	CM10,CM45
CM47	Fijar puños	4,29	RECTA	CM13,CM46
CM48	Pespuntar puños	0,56	RECTA	CM47
CM49	Emparejar basta inferior	1,60	MANUAL / HABILITADO	CM48
CM50	Hacer basta inferior	2,85	RECTA	CM49
CM51	Marcar ubicación para ojales	0,40	MANUAL / HABILITADO	CM50
CM52	Hacer ojales	1,57	OJALADORA	CM51
CM53	Marcar ubicación de botones	0,99	MANUAL / HABILITADO	CM52
CM54	Pegar botones	0,89	BOTONERA	CM53
CM55	Realizar atraques	0,48	ATRACADORA	CM54
TIEMPO DE CICLO TOTAL (min)		47,23	Fuente: Elaboración Propia	

4.4.2 TAKT TIME (COSTURA – ACABADOS – ALM. DESPACHO)

Tiempo Neto de operación por turno	Turno: 10 hrs x 60	600
	Descanso: 0,5 hrs	30
	Tiempo Neto de operación por Turno (min):	570

Requerimiento del cliente	Requerimiento del cliente (unidades)	2507
	Nº Dias de Trabajo	25
	Unidades/dia:	100,28

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo Neto de operación / periodo}}{\text{Requerimiento del Cliente / Periodo}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{570 \text{ min / turno}}{100,28 \text{ unidades / turno}} \rightarrow 5,68 \text{ min / unid.}$$

Resumiendo:

Takt Time (Proceso de Costura - Acabado - Almacen de Despacho):	5,68 min.
Tiempo de ensamble de de 1 camisa:	47,23 min.

Esto significa que el Takt Time para los procesos de Costura- Acabados- Almacén de Despacho es de 5.68 minutos, pero el tiempo de ciclo de confección es 47.23 min el cual es muy superior al Takt Time; además tenemos el inconveniente de que existen operaciones precedentes y solo se puede realizar operaciones simultaneas durante aprox. La mitad del tiempo de ciclo (como observaremos más adelante) lo cual dificulta aún más el objetivo de realizar el balance

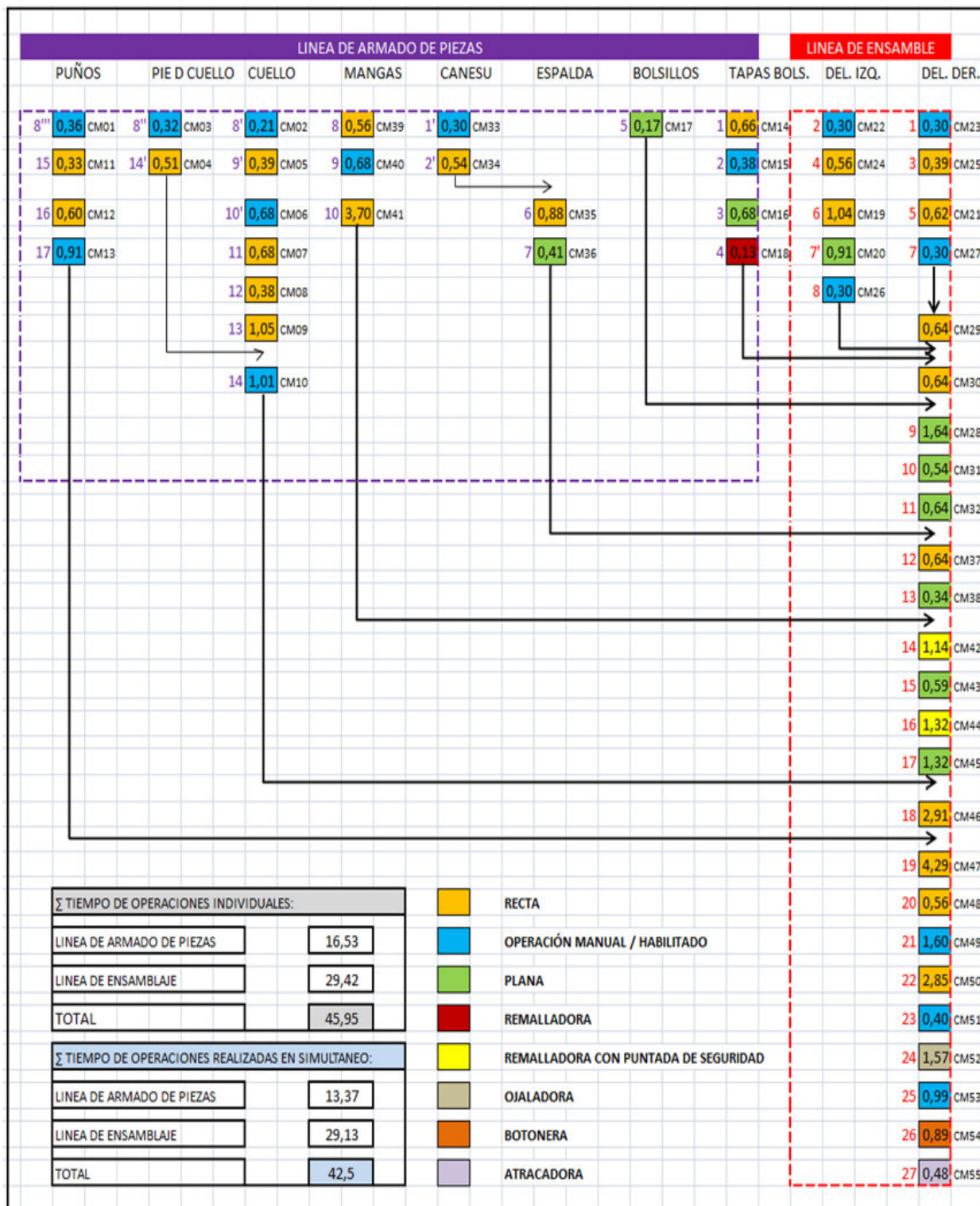
de línea para adecuarnos al Takt Time tal como lo explicamos en la parte teórica (gráfica 41 balance de línea).

Debemos de analizar en forma visual el proceso de confección de la camisa para comprender la forma en que interactúan entre si las operaciones, de este modo manera identificaremos las operaciones que se llevan a cabo de manera simultánea y poder asignar al personal entre estas; para tal fin presentamos el siguiente gráfico.

4.4.3 DIAGRAMA DE OPERACIONES (DOP) CAMISA VERSION CAM002

DOP - PROCESO DE CONFECCION CAM002

Grafico 69 D.O.P CAMISA VERSION CAM 002



Fuente: Elaboración Propia

4.4.4 RESULTADOS DE ANALISIS DEL DOP CAMISA VERSION CAM002

Luego de analizar el grafico 71 obtenemos las siguientes conclusiones:

- **La operación CM 29 (Fijar tapa a delantero derecho) Y CM30 (Fijar tapa a delantero izquierdo) las vamos a suprimir;** Con un costurero experimentado, el proceso de Fijar la tapa y luego darle pespunte con maquina plana, lo reduciremos a solo una operación que es la de pegar de frente la tapa con la misma costura del pespunte y obtendremos el mismo resultado final.

- **La operación CM 18 (Orillar tapa izquierda) la realizaremos con remalladora con puntada de seguridad;** con esto lograremos suprimir una maquina en nuestra futura célula y obtendremos el mismo resultado.

- Se delinean claramente 2 líneas que se pueden trabajar simultáneamente:

- Línea de armado de Piezas

- Línea de ensamble

En la línea de armado de piezas, se analizó los tiempos de cada pieza en el orden requerido para el ensamblaje (desde Tapas de bolsillos hacia Puños) y se verifico que sus tiempos de confección permiten tenerlos disponibles para cuando

sean requeridos por la línea de ensamble; por lo que **esta línea puede ser trabajada con 1 solo costurero más un personal para habilitado**

En la línea de ensamble, Se concluyó que puede ser asumida por **1 solo costurero más un personal para habilitado**, además se verifico que la línea de armado de piezas le proveerá en el momento requerido.

Trabajando las operaciones de manera simultánea allí donde sea posible en **cada una de las 2 líneas**; obtenemos una reducción en el tiempo de ciclo tanto de cada línea como del armado completo de la prenda, además:

Tabla 9 COMPARACION TIEMPO DE ARMADO DE PIEZAS VS ENSAMBLAJE

LINEA	Σ TIEMPOS	RAZON
ARMADO DE PIEZAS	13,37	0,45
ENSAMBLAJE	29,13	1

Fuente: Elaboración Propia

Del grafico anterior, podemos afirmar que durante los 29.13 minutos de la línea de ensamble es posible realizar el armado de piezas (kits) para 2.1 camisas

Tabla 10 PRODUCCION DE LINEA DE ARMADO DE PIEZAS Y ENSAMBLAJE EN 29:13 MIN.

LINEA	29,13 min.		
	CAMISA 1	CAMISA 2	CAMISA 3
ARMADO DE PIEZAS - UNIDAD OBTENIDA	0,31	0,31	0,06
ENSAMBLAJE - UNIDAD OBTENIDA	0,69	0,00	0,00
UNIDADES OBTENIDAS	1,00	0,31	0,06
PRODUCCION TOTAL OBTENIDA (und.)	1,37		

Fuente: Elaboración Propia

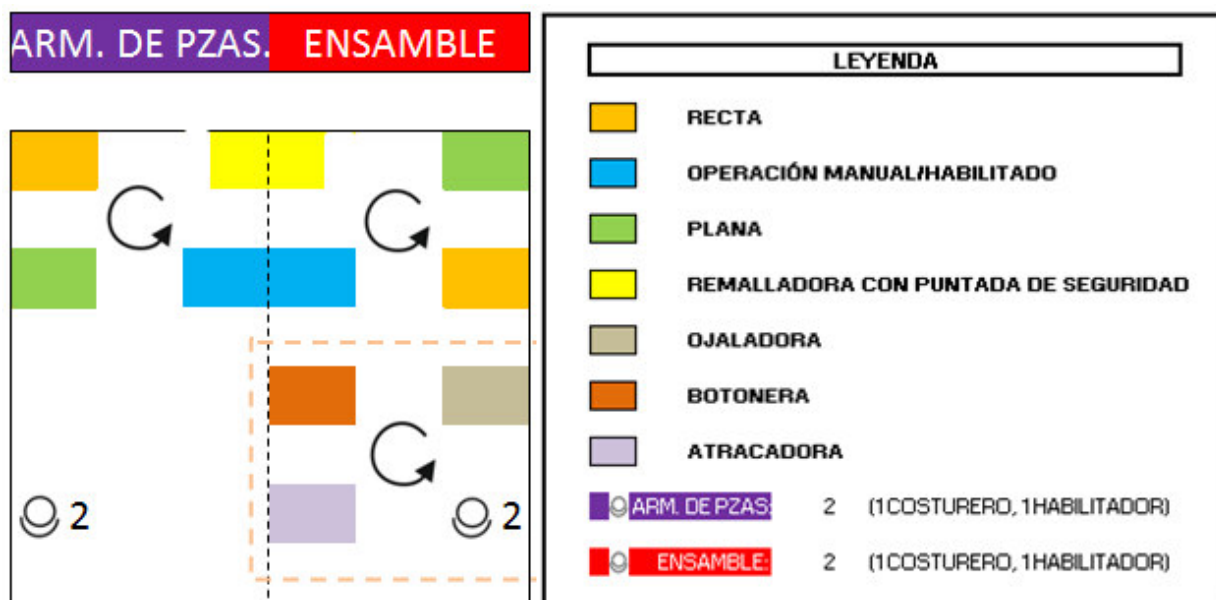
Por tanto, en 29.13 min. es posible obtener el equivalente a 1.37 camisas con una célula de manufactura que contenga una línea de armado de Piezas y una Línea de Ensamble; con 1 costurero y un habilitador en cada línea.

Pero aún estamos lejos de conseguir lo solicitado por el Takt Time; **para poder cumplir este objetivo estableceremos tantas células de manufactura como sea necesario**

4.4.5 ESTABLECIENDO LA CELULA DE MANUFACTURA EN PROCESO DE COSTURA

Primero, construiremos nuestro modelo de célula de manufactura basándonos en el DOP de la página 103

Grafico 70 CELULA DE MANUFACTURA



Fuente: Elaboración Propia

Como resultado de hacer que la operación CM 18 (Orillar tapa izquierda) se realice con remalladora con puntada de seguridad; se ha instalado una maquina remalladora con puntada de seguridad para ser compartida entre las línea de armado de piezas y de ensamble; de acuerdo al grafico 71, no existe riesgo alguno de que los costureros de ambas líneas requieran dicha maquina al mismo tiempo.

Las maquinas encerradas en líneas punteadas naranja son para el proceso de hacer ojales, colocar botones y hacer los atraques de seguridad a la prenda ya armada,

Tenemos la restricción que el taller solo cuenta con 2 ojaladoras, 2 botoneras y 2 atracadoras, por lo que si establecemos más de dos células de manufactura tendríamos una dificultad; Esto lo solucionaremos poniendo estas máquinas disponibles fuera de cada célula; es decir, serán parte del layout general del taller de producción. En el momento de definir la cantidad de células a instalar explicaremos como afrontar esta restricción.

En lo posible, dispondremos en ubicaciones contiguas las máquinas que interactúan directamente para reducir desperdicio de movimiento durante el traslado y consideramos criterios de tipo ergonómico diseñando la rotación del trabajo en sentido anti horario de esta manera evitamos desperdicio de movimiento al pasar el producto de la mano que recibe a la mano que trabaja, finalmente se observa que cada línea tiene forma de U abierta que es una recomendación clásica a la hora de establecer células de manufactura.

RESUMIENDO:

Antes de determinar el número de células necesarias haremos un resumen de los datos disponibles hasta el momento:

- Ya determinamos en la pag. 106 que en 29.13 min. es posible obtener el equivalente a 1.37 camisas con una célula de manufactura
- Se estableció que el Takt Time para los procesos de Costura, Acabados y Almacén de Despacho que trabajaran a flujo continuo desde el día 2, es de 5.68 min. Lo que equivale a producir 100.28 unidades por turno.
- El Tiempo Neto de operación por Turno es de 9.5 horas (570 min.)

ANALIZANDO:

- Según el Takt Time, En media hora de trabajo debemos de obtener $30/5.68$:
5.28 und.
- Utilizando 4 células de manufactura durante 29.13 min se obtiene 1.37×4 :
5.48 und.

Entonces con la instalación de 4 células superamos el Takt Time en 0.2 unidades, además obtenemos un Tiempo de holgura de 0.87 min la cual nos servirá de reserva para imprevistos.

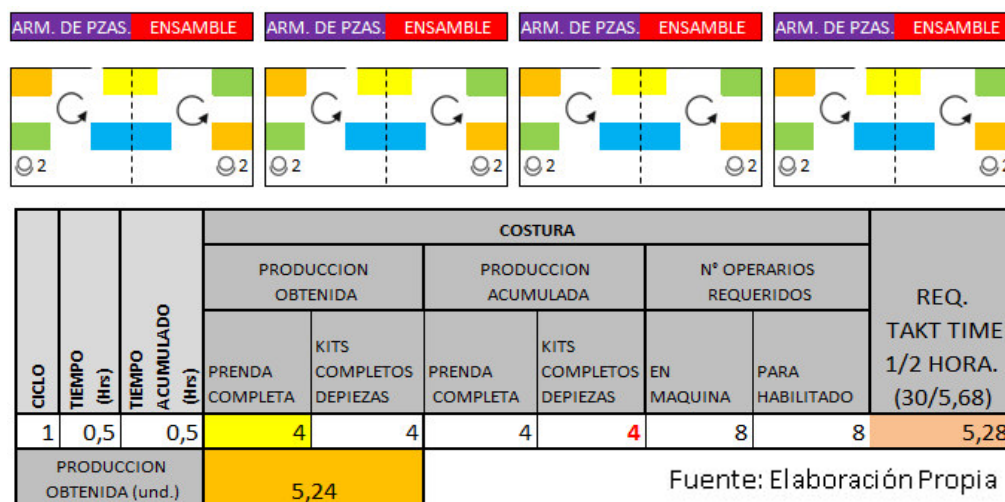
Con respecto a la restricción explicada en la página 106, de contar con solo 2 ojadoras, 2 botoneras y 2 atracadoras; no es necesario contar con estas máquinas en cada una de las 4 células pues tenemos un escenario en que disponemos de 4 costureros en cada célula de ensamblaje versus 6 máquinas disponibles y como estas operaciones se pueden realizar en orden indistinto; por tanto, ellos podrán realizar sus operaciones en tales maquinas sin riesgo de obstaculizarse entre sí.

A continuación analizaremos el desempeño de las 4 células de manufactura trabajando en ciclos de 30 minutos (1/2 hora)

4.4.6 FUNCIONAMIENTO DE LAS CELULAS DE MANUFACTURA (PROCESO DE COSTURA)

a) COSTURA - 1ER CICLO:

Grafico 71 CELULAS DE MANUFACTURA - 1ER CICLO



De lo descrito para el 1er ciclo podemos realizar las siguientes conclusiones:

- La producción requerida por el Takt Time en media hora supera en 0.04 a la producción obtenida en 29.13 min, esto se explica en lo siguiente:

Basándonos en lo explicado en la tabla 7, con 4 células de manufactura en 29.13 minutos se obtiene:

- 4 camisas completas
- 4 kits de piezas para un lote de 4 camisas
- Un avance parcial (19.4%) de 4 kits de piezas para un lote de 4 camisas




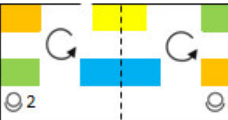
Nótese que en grafico 74, **solo estamos considerando Kits completos de piezas por fines prácticos que se visualizaran mejor en el 3er ciclo.**

Considerando los kits de piezas incompletos obtenidos por ciclo, la Producción obtenida en 29.13 min. Sería de 5.48 unidades

El considerar solamente prendas completas y kits completos no impactara negativamente pues al finalizar el turno se alcanzara y se excederá lo requerido por el Takt Time para el Turno.

b) COSTURA - 2do CICLO:

Grafico 72 CELULAS DE MANUFACTURA - 2DO CICLO

ARM. DE PZAS.		ENSAMBLE		ARM. DE PZAS.		ENSAMBLE		ARM. DE PZAS.		ENSAMBLE		ARM. DE PZAS.		ENSAMBLE	
															
CICLO	TIEMPO (Hrs)	TIEMPO ACUMULADO (Hrs)	COSTURA								REQ. TAKT TIME 1/2 HORA. (30/5,68)				
			PRODUCCION OBTENIDA		PRODUCCION ACUMULADA		N° OPERARIOS REQUERIDOS								
			PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	EN MAQUINA	PARA HABILITADO							
1	0,5	0,5	4	4	4	4	8	8	5,28						
2	0,5	1	4	4	8	8	8	8	5,28						
PRODUCCION OBTENIDA (und.)			10,48				PRODUCCION REQUERIDA TAKT TIME		10,56						

Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene:

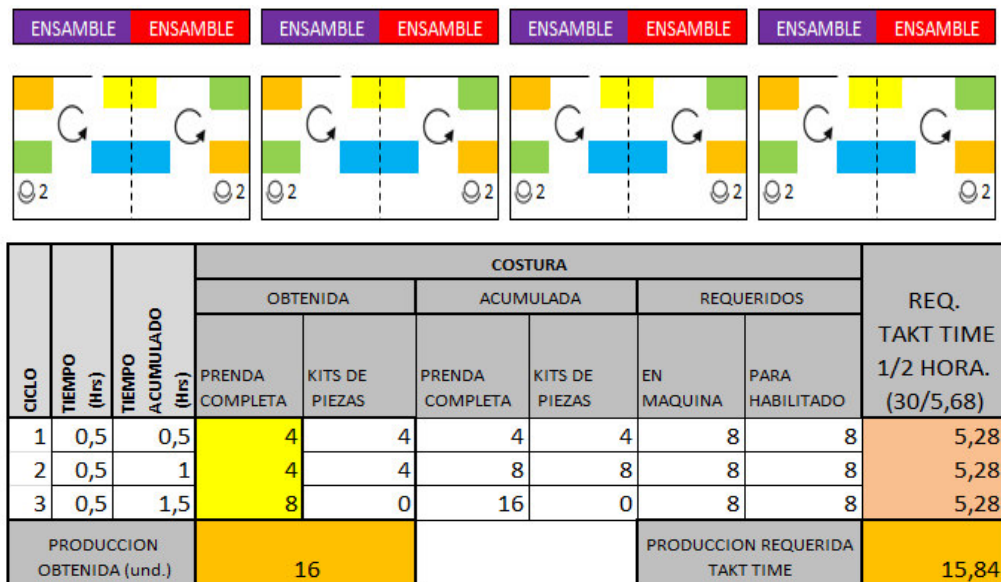
- 8 camisas
- 8 kits de piezas para un lote 8 camisas

Notamos que se empiezan a acumular kits de piezas que requieren línea de ensamble para obtener prendas completas

En el siguiente ciclo, para aprovechar este stock de kits de piezas necesitaríamos contar con 8 líneas de ensamble pero solo contamos con 4

c) COSTURA - 3er CICLO:

Grafico 73 CELULAS DE MANUFACTURA - 3ER CICLO



Fuente: Elaboración Propia

Para solucionar la necesidad de 8 líneas de ensamblaje debido a la presencia acumulada de 8 kits de piezas al finalizar el ciclo 2; **convertiremos las líneas de armado de Piezas de cada célula en una línea de Ensamble**, las maquinas disponibles en cada línea de las células nos permiten esta maniobra.

Se observa que en este 3er ciclo con la obtención de las 8 líneas de ensamble, la producción obtenida logra superar a la producción requerida por el Takt Time.

Para culminar nuestra labor, solo nos resta integrar el trabajo del proceso de Acabados y Almacén de Despacho al proceso de Costura a cada ciclo de producción **de tal manera que obtengamos al final de la jornada 100.28 prendas embolsadas y embaladas que es la meta por turno.**

4.4.7 INTEGRACION DE PROCESOS DE COSTURA, ACABADOS, ALMACEN DE DESPACHO

a) HALLANDO TAKT TIME Y NUMERO DE OPERARIOS NECESARIOS

Tiempo disponible: 29.13 min/ciclo

Demanda: 8 camisas/ciclo

TAKT TIME: 3.64 min/und.

Determinando el número de operarios necesarios:

Tabla 11 ACTIVIDADES Y NUMERO DE OPERARIOS NECESARIOS

ACTIVIDADES MEDIBLES ACABADO - ALMACEN DE DESPACHO				
PROCESO	OPERACIÓN	ACCION	TIEMPO	TAKT
ACABADO	1	Limpia prenda	3,56	3,64
ACABADO	2	Abrir ojales	1,04	3,64
ACABADO	3	Planchar prenda	3,55	3,64
ACABADO	4	Doblar camisa	1,58	3,64
ACABADO	5	Embolsar	0,85	3,64
ALM. DESPACHO	6	Embalaje	0,09	3,64
Total (Min) =			10,67	3,64

OPERARIOS NECESARIOS:

2,929625815

Fuente: Elaboración Propia

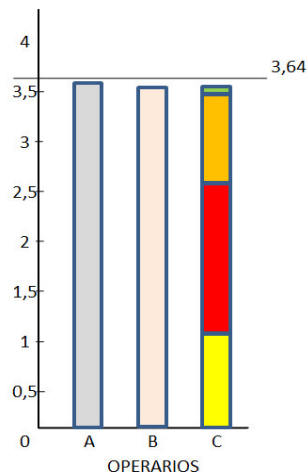
Se ha considerado 8 camisas pues es la máxima cantidad de prendas a conseguir en cada ciclo de producción; en aquellos ciclos en donde se obtengan 4 camisas tendrán tiempo disponible para prestar ayuda en otros procesos, por ejemplo podrán asumir las operación de ojulado, pegar botones y hacer atraques, para ello debemos de asegurarnos que al menos 1 de estas 3 personas tengan habilidad para usar las maquinas necesarias.

Para integrar el proceso de Almacén de Acabados, se coordinara con el Almace-
nero para que provea de los cajones en donde serán embalados los productos
finales, este trabajo será llevado a cabo por los operarios del proceso de acabados
de tal manera que a lo largo de la jornada se obtendrán cajones las cuales, antes
de ser cerrarlas y enzunchadas, serán verificadas en cuanto a tallas y cantidades
contenidas en presencia de un representante de almacén.

Este procedimiento evitara el desperdicio de tiempo ocasionado por el doble conteo por cantidades y tallas que se produce actualmente en Acabados (conteo antes de llevar los productos al Almacén) y en Almacén (Al momento de recibir los productos, antes de proceder a encajonar y enzunchar)

Ahora asignaremos las operaciones entre los 3 operarios requeridos:

Grafico 74 BALANCE DE LINEA Y ASIGNACION DE OPERACIONES



OPERARIO	TIEMPO	TAKT
A	3,56	3,64
B	3,56	3,64
C	3,56	3,64

OPERARIO	TIEMPO	OPERACIONES
A	3,56	1
B	3,55	3
C	3,56	2, 4, 5, 6

Fuente: Elaboración Propia

Ahora ya estamos en condiciones de mostrar el desempeño por ciclo en flujo continuo de los procesos de Costura, Acabados, Almacén de despacho,

b) DIA 1 DE PROCESOS EN FLUJO CONTINUO – LAYOUT Y PLAN DE PRODUCCION

Grafico 75 DIA 1 FLUJO CONTINUO - LAYOUT Y PLAN DE PRODUCCION



Fuente: Elaboración Propia

Se establecerá que el personal del área de Acabados ingrese a laborar ½ después, dado que no tendrán trabajo el 1er ciclo de ½ hora y de esta manera se evitara establecer innecesarias horas de trabajo extra para esa área.

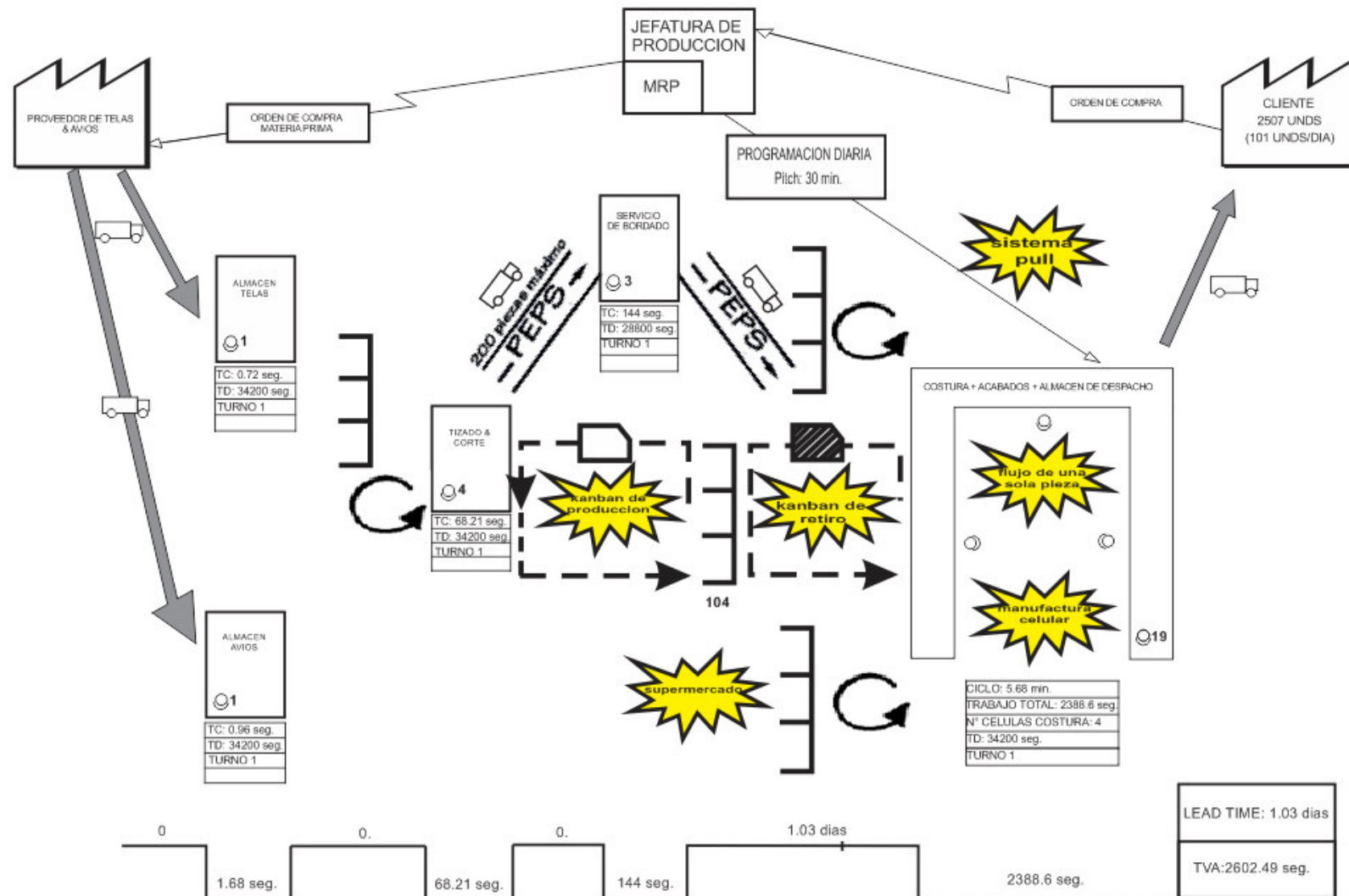
En la siguiente etapa del proceso metodológico (CONTROLAR) se demostrara que la producción por turno de 101.24 camisas se incrementara a 104 unidades durante el 3er día del inicio de producción a flujo continuo.

Para culminar la presente etapa de Mejoras se muestra el VSM FUTURO donde podemos observar finalmente las herramientas de Lean Manufacturing que nos ayudaran a lograr la manufactura esbelta:

- Sistema Pull
- Supermercado
- Kanban
- Manufactura Celular
- Flujo de una sola pieza

VALUE STREAM MAPING (VSM) - ESTADO FUTURO

Grafico 76 VSM ESTADO FUTURO



Fuente: Elaboración Propia

4.4.8 CAPACITACION

Una vez establecido el VSM futuro, será necesario implementar nuevos procedimientos y/o operaciones en el desarrollo de las actividades de los procesos comprendidos en el VSM futuro. Esta labor será llevado a cabo mediante capacitaciones que será brindadas por la Jefatura de Producción y estarán dirigidas a los Jefes y el personal adjunto de cada proceso.

a) ACTIVIDADES A IMPLEMENTAR EN TIZADO & CORTE:

- El personal deberá verificar la correcta numeración de las piezas de los cortes antes de ser entregados al proceso de costura a fin de evitar problemas de tonalidades diferentes, piezas faltantes etc.
- La cuota diaria establecida por el sistema pull deberá ser obtenida y entregada en 5.5 horas de trabajo.

b) ACTIVIDADES A IMPLEMENTAR EN COSTURA:

- El personal deberá tener conocimiento de que se establecerán ciclos de trabajo de 30 minutos durante las cuales se tendrá que obtener la producción establecida por el sistema Pull
- Preparar anticipadamente los materiales necesarios para cada ciclo de trabajo

- El Jefe de Costura así como los habilitadores de mayor conocimiento de costura, deberán estar expeditos para reemplazar a los costureros con fines de rotación o cuando sea necesario.

c) ACTIVIDADES A IMPLEMENTAR EN ACABADOS - ALMACEN DE DESPACHO:

- El personal debe tener conocimiento de que disponen de ciclos de trabajo de 30 min.(inmediatamente posteriores a cada ciclo de trabajo de costura) para procesar la producción obtenida por las 4 células de costura instaladas.

Finalmente el personal de todas las áreas involucradas deberán de tener en cuenta que se tiene que observar escrupulosamente el cumplimiento de las nuevas actividades teniendo presente que para implementar el flujo continuo **“o todo funciona o nada funciona”**.

4.5 CONTROLAR

Mostraremos el plan de producción obtenido **para los primeros 3 días de los procesos que trabajan a Flujo Continuo**

Tabla 12 DIA 1 FLUJO CONTINUO - PLAN DE PRODUCCION

CICLO	TIEMPO (Hr.)	TIEMPO ACUMULADO (Hr.)	COSTURA						ACABADO - ALM DESPACHO						REQ. TAKT TIME 1/2 HORA. (30/5,68)
			PRODUCCION OBTENIDA		PRODUCCION ACUMULADA		N° OPERARIOS REQUERIDOS		PRODUCCION OBTENIDA		PRODUCCION ACUMULADA		N° OPERARIOS REQUERIDOS		
			PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	EN MAQUINA	PARA HABILITADO	PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	MAQUINA (BOT.ATR.)	ACABADOS/ ALM. DESPACHO	
1	0,5	0,5	4	4	4	4	8	8	0	0	0	0	0	0	5,28
2	0,5	1	4	4	8	8	8	8	4	0	4	0	1	2	5,28
3	0,5	1,5	8	0	16	0	8	8	4	0	8	0	1	2	5,28
4	0,5	2	4	4	20	4	8	8	8	0	16	0	0	3	5,28
5	0,5	2,5	4	4	24	8	8	8	4	0	20	0	1	2	5,28
6	0,5	3	8	0	32	0	8	8	4	0	24	0	1	2	5,28
7	0,5	3,5	4	4	36	4	8	8	8	0	32	0	0	3	5,28
8	0,5	4	4	4	40	8	8	8	4	0	36	0	1	2	5,28
9	0,5	4,5	8	0	48	0	8	8	4	0	40	0	1	2	5,28
10	0,5	5	4	4	52	4	8	8	8	0	48	0	0	3	5,28
11	0,5	5,5	4	4	56	8	8	8	4	0	52	0	1	2	5,28
12	0,5	6	8	0	64	0	8	8	4	0	56	0	1	2	5,28
13	0,5	6,5	4	4	68	4	8	8	8	0	64	0	0	3	5,28
14	0,5	7	4	4	72	8	8	8	4	0	68	0	1	2	5,28
15	0,5	7,5	8	0	80	0	8	8	4	0	72	0	1	2	5,28
16	0,5	8	4	4	84	4	8	8	8	0	80	0	0	3	5,28
17	0,5	8,5	4	4	88	8	8	8	4	0	84	0	1	2	5,28
18	0,5	9	8	0	96	0	8	8	4	0	88	0	1	2	5,28
19	0,5	9,5	4	4	100	4	8	8	8	0	96	0	0	3	5,28
PRODUCCION OBTENIDA DIA 1			101,24		16		4		0	100	1		2	100,32	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13 DIA 2 FLUJO CONTINUO - PLAN DE PRODUCCION

CICLO	TIEMPO (Hrs)	TIEMPO ACUMULADO (Hrs)	COSTURA						ACABADO - ALM DESPACHO						REQ. TAKT TIME 1/2 HORA. (30/5,68)
			PRODUCCION OBTENIDA		PRODUCCION ACUMULADA		N° OPERARIOS REQUERIDOS		PRODUCCION OBTENIDA		PRODUCCION ACUMULADA		N° OPERARIOS REQUERIDOS		
			PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	EN MAQUINA	PARA HABILITADO	PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	MAQUINA (BOT./ATR.)	ACABADOS/ ALM.DESPACHO	
1	0,5	0,5	4	4	4	8	8	8	0	0	0	0	0	0	5,28
2	0,5	1	8	0	12	0	8	8	4	0	4	0	1	2	5,28
3	0,5	1,5	4	4	16	4	8	8	8	0	12	0	0	3	5,28
4	0,5	2	4	4	20	8	8	8	4	0	16	0	1	2	5,28
5	0,5	2,5	8	0	28	0	8	8	4	0	20	0	1	2	5,28
6	0,5	3	4	4	32	4	8	8	8	0	28	0	0	3	5,28
7	0,5	3,5	4	4	36	8	8	8	4	0	32	0	1	2	5,28
8	0,5	4	8	0	44	0	8	8	4	0	36	0	1	2	5,28
9	0,5	4,5	4	4	48	4	8	8	8	0	44	0	0	3	5,28
10	0,5	5	4	4	52	8	8	8	4	0	48	0	1	2	5,28
11	0,5	5,5	8	0	60	0	8	8	4	0	52	0	1	2	5,28
12	0,5	6	4	4	64	4	8	8	8	0	60	0	0	3	5,28
13	0,5	6,5	4	4	68	8	8	8	4	0	64	0	1	2	5,28
14	0,5	7	8	0	76	0	8	8	4	0	68	0	1	2	5,28
15	0,5	7,5	4	4	80	4	8	8	8	0	76	0	0	3	5,28
16	0,5	8	4	4	84	8	8	8	4	0	80	0	1	2	5,28
17	0,5	8,5	8	0	92	0	8	8	4	0	84	0	1	2	5,28
18	0,5	9	4	4	96	4	8	8	8	0	92	0	0	3	5,28
19	0,5	9,5	4	4	100	8	8	8	4	0	96	0	1	2	5,28
PRODUCCION OBTENIDA DIA 2			102,48		16		4		100		1		2		100,32

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14 DIA 3 FLUJO CONTINUO _ PLAN DE PRODUCCION

CICLO	TIEMPO (Hrs.)	TIEMPO ACUMULADO (Hrs.)	COSTURA						ACABADO - ALM DESPACHO						REQ. TAKT TIME 1/2 HORA. (30/5,68)
			PRODUCCION OBTENIDA		PRODUCCION ACUMULADA		N° OPERARIOS REQUERIDOS		PRODUCCION OBTENIDA		PRODUCCION ACUMULADA		N° OPERARIOS REQUERIDOS		
			PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	EN MAQUINA	PARA HABILITADO	PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	PRENDA COMPLETA	KITS DE PIEZAS	MAQUINA (BOT./ATR.)	ACABADOS/ ALM.DESPACHO	
1	0,5	0,5	8	0	8	0	8	8	0	0	0	0	0	0	5,28
2	0,5	1	4	4	12	4	8	8	8	0	8	0	0	3	5,28
3	0,5	1,5	4	4	16	8	8	8	4	0	12	0	1	2	5,28
4	0,5	2	8	0	24	0	8	8	4	0	16	0	1	2	5,28
5	0,5	2,5	4	4	28	4	8	8	8	0	24	0	0	3	5,28
6	0,5	3	4	4	32	8	8	8	4	0	28	0	1	2	5,28
7	0,5	3,5	8	0	40	0	8	8	4	0	32	0	1	2	5,28
8	0,5	4	4	4	44	4	8	8	8	0	40	0	0	3	5,28
9	0,5	4,5	4	4	48	8	8	8	4	0	44	0	1	2	5,28
10	0,5	5	8	0	56	0	8	8	4	0	48	0	1	2	5,28
11	0,5	5,5	4	4	60	4	8	8	8	0	56	0	0	3	5,28
12	0,5	6	4	4	64	8	8	8	4	0	60	0	1	2	5,28
13	0,5	6,5	8	0	72	0	8	8	4	0	64	0	1	2	5,28
14	0,5	7	4	4	76	4	8	8	8	0	72	0	0	3	5,28
15	0,5	7,5	4	4	80	8	8	8	4	0	76	0	1	2	5,28
16	0,5	8	8	0	88	0	8	8	4	0	80	0	1	2	5,28
17	0,5	8,5	4	4	92	4	8	8	8	0	88	0	0	3	5,28
18	0,5	9	4	4	96	8	8	8	4	0	92	0	1	2	5,28
19	0,5	9,5	8	0	104	0	8	8	4	0	96	0	1	2	5,28
PRODUCCION OBTENIDA DIA 3			104		16		8		104		0		3		100,32

Fuente: Elaboración Propia

Como lo mencionamos en la página 90, el tercer día a flujo continuo obtenemos 104 camisas, en la gráfica podemos observar que esto se debe a la dinámica de los kits de piezas acumuladas en cada ciclo de ½ hora.

Para la jornada siguiente, tenemos stock cero de kits de piezas, por lo que el proceso de producción a flujo continuo para los 26 días de duración del proyecto será de la siguiente manera:

Tabla 15 COMPARATIVA - META DIARIA VS PRODUCCION DIARIA

OP 4483 2507 CAMISAS PETROPERU TALARA	META INICIAL	FLUJO CONTINUO	META EQUIV. FLUJO CONTINUO	PROD. DIARIA FLUJO CONTINUO	PROD. DIARIA FLUJO CONTINUO
N° DIAS DISP.	(2507/26)	N° DIAS DISP.	(2507/25)	N° CAMISAS COSTURADAS	N° CAMISAS EMBOLSADAS Y EMBALADAS
1	96,423		0	0	0
2	96,423	1	100,28	101,24	100
3	96,423	2	100,28	102,48	100
4	96,423	3	100,28	104	104
5	96,423	4	100,28	101,24	100
6	96,423	5	100,28	102,48	100
7	96,423	6	100,28	104	104
8	96,423	7	100,28	101,24	100
9	96,423	8	100,28	102,48	100
10	96,423	9	100,28	104	104
11	96,423	10	100,28	101,24	100
12	96,423	11	100,28	102,48	100
13	96,423	12	100,28	104	104
14	96,423	13	100,28	101,24	100
15	96,423	14	100,28	102,48	100
16	96,423	15	100,28	104	104
17	96,423	16	100,28	101,24	100
18	96,423	17	100,28	102,48	100
19	96,423	18	100,28	104	104
20	96,423	19	100,28	101,24	100
21	96,423	20	100,28	102,48	100
22	96,423	21	100,28	104	104
23	96,423	22	100,28	101,24	100
24	96,423	23	100,28	102,48	100
25	96,423	24	100,28	104	104
26	96,423	25	100,28	101,24	100
TOTAL	2507		2507	2563	2532

Fuente: Elaboración Propia

4.5.1 VERIFICAR LOGROS:

Tabla 16 SITUACION INICIAL VS SITUACION FUTURA - INDICADORES Y METAS

INDICADOR:

SITUACION INICIAL	SITUACION FUTURA
$\% \text{ Entrega} = \frac{80 \times 24}{2507} \times 100 = 76.58\%$	$\% \text{ Entrega} = \frac{101 \times 25}{2507} \times 100 = 100.72\%$

METAS:

SITUACION INICIAL	SITUACION FUTURA
$\text{Produccion diaria esperada} = \frac{2507}{26} = 97 \text{ und.}$	$\text{Produccion diaria obtenida} = \frac{2507}{25} = 100.28 \text{ und.}$

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17 SITUACION INICIAL VS SITUACION FUTURA - T.V.A VS T.N.V.A

AREA	SITUACION INICIAL		SITUACION FUTURA	
	T.V.A (seg.)	T.N.V.A (dias)	T.V.A (seg.)	T.N.V.A (dias)
ALMACEN DE TELAS / AVIOS	1,68	0	1,68	0
TIZADO Y CORTE	68,21	0	68,21	0
SERVICIO DE BORDADO	144	21,72	144	0
COSTURA	2833,8	4,12	2388,6	1,03
ACABADOS	660	0,4		
ALMACEN DESPACHO	2,87	1,65		
TOTAL	3710,56	27,9	2602,49	1,03

T.V.A: TIEMPO DE VALOR AGREGADO

T.N.V.A: TIEMPO DE NO VALOR AGREGADO
(LEAD TIME DE INVENTARIOS)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18 RESUMEN - SITUACION INICIAL VS FUTURA

CONCEPTO	ANTES	DESPUES	BENEFICIOS
Hrs. De trabajo en Tizado & Corte	9,5	5,5	4
Dias de Inventario acumulado	27,9	1,03	26,87
N° de costureros	10	8	2
Tiempo de ciclo de costura CAM002 (min)	47,23	29,13	18,1
Ctdad de camisas costuradas x dia	80	101	21
Tiempo de Entrega de Produccion (dias)	35	26	9
Incremento en velocidad de Rotacion de Inv.	8,6	11,61	1,35

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Mencionaremos las siguientes conclusiones:

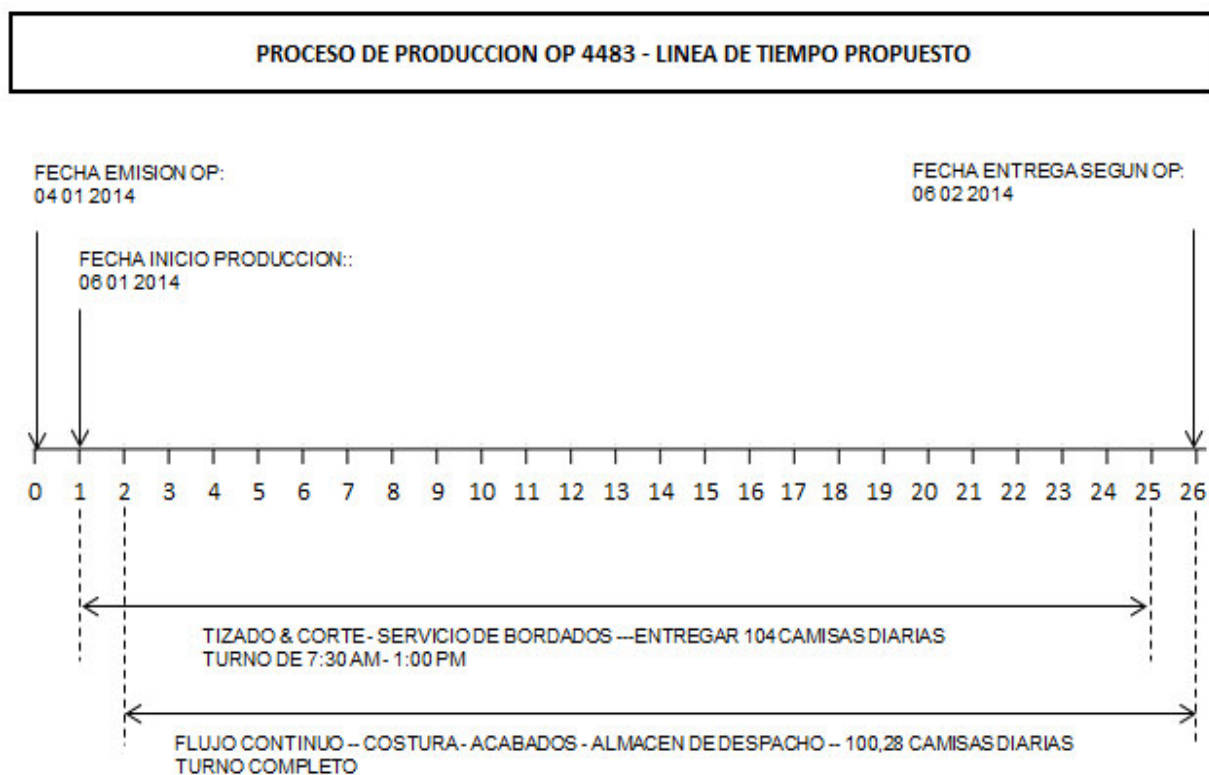
- Con respecto al indicador de % de entrega; se obtuvo un incremento de 24.14 % debido a que en la situación futura, se trabajara 25 días desde el inicio del proceso de costura a la fecha de vencimiento, lográndose alcanzar y superar las 101 (100.28) **camisas embolsadas** necesarias para cumplir el requerimiento del cliente lo cual representa una mejora frente a los 24 días de costura disponibles a razón de 80 **camisas costuradas** diarias de la situación inicial.
- Con respecto a la metas de producción diaria esperada; en la situación inicial, se necesitaba producir 97 camisas diarias embolsadas durante los 26 días disponibles lo cual no era posible por el método de trabajo aplicado, además el proceso de Tizado & Corte necesitaba 2 días para entregar los primeros paquetes de cortes de camisas; En la situación futura, se dispone de 25 días desde el inicio del proceso de costura a la fecha de vencimiento lográndose producir las 101 (100.28) **camisas embolsadas** necesarias para cumplir el requerimiento del cliente.
- Se obtiene una reducción de 26.87 días en el tiempo de no valor agregado, Al lograr trabajar con el sistema pull, el mismo proceso será quien nos indique las necesidades de materiales y de esta manera evitaremos tener innecesarios stocks de materiales acumulándose en espera de ser procesados.

Como recomendaciones mencionaremos:

- Ceñirse a la filosofía Kaizen de la búsqueda permanente de mejora continua; en este trabajo hemos usado solo las máquinas y herramientas disponibles en taller para realizar las operaciones de la prenda, existe un potencial de mejora de tiempos en algunas operaciones, por ejemplo en la maquina recta podemos mandar elaborar un accesorio que se acople a dicha máquina que permitiría mejorar el tiempo de la operación CM50 – Hacer basta inferior.
- Es imprescindible contar con personal polifuncional, en este trabajo de los 10 costureros que se disponía inicialmente, solo se necesitó 8 para las células de manufactura instaladas, los 2 costureros restantes formaron parte del grupo de personas que hacían labores de habilitado, lo que nos permitió la rotación de puestos para atenuar los efectos del stress por trabajo repetitivo en los costureros haciendo que asumieran labores de habilitado y sus puestos eran cubiertos por habilitadores con conocimiento de costura.
- Lograr que el personal este comprometido con los objetivos de la organización; si el personal no tiene una visión clara del rol de cada uno de ellos, ni compromiso con el logro de los objetivos del grupo de trabajo; entonces por más que se disponga de una buena planificación, será muy difícil la obtención de los resultados esperados.

6. CRONOGRAMA DE EJECUCION

Grafico 77 OP 4483 - LINEA DE TIEMPO PROPUESTO



Fuente: Elaboración Propia

7. RECURSOS NECESARIOS – PRESUPUESTO:

Nos enfocaremos en la parte salarial de los trabajadores requeridos en la situación Actual y la situación Futura para el Area de Producción.

Tabla 19 COSTOS PERSONAL DE PRODUCCION - SITUACION INICIAL VS FUTURA

SITUACION INICIAL					SITUACION FUTURA				
PROCESO	N° Operarios	Días Trabajados	Pago diario (S/.)	Gasto por proceso (s/.)	PROCESO	N° Operarios	Días Trabajados	Pago x día S/.	Gasto por proceso (s/.)
Tizado&Corte	4	5	65	1300	Tizado&Corte	4	12,055	65	3134,3
Costura (Maquinistas)	10	32	50	16000	Costura (Maquinistas)	8	25	50	10000
Costura (Habilitadores)	2	32	40	2560	Costura (Habilitadores)	8	25	40	8000
Acabados	4	32	40	5120	Acabados	3	25	40	3000
Alm. Despacho	2	0,5	65	65	Alm. Despacho	2	0,1	65	13
Total Gastos en Personal				25045	Total Gastos en Personal				24147,3

Fuente: Elaboración Propia

Se concluye lo siguiente:

En la situación Futura, **se contratara 3 operarios para Acabados, se trabajara 9 días útiles menos y se obtendrá un ahorro en los costos de personal de 897.7 soles.**

Tabla 20 COSTOS PARA IMPLEMENTAR CELULAS DE MANUFACTURA

CONCEPTO	PRECIO UNITARIO SOLES	CTDAD	TOTAL SOLES
HABILITAR INSTALACIONES ELECTRICAS			500
MESAS DE HABILITADO	150	4	600
ACCESORIO PARA HABILITAR CUELLOS	100	3	300
INVERSION TOTAL			1400

8. BIBLIOGRAFIA

1. Asociacion de Calidad de Nogales, A. C. (s.f). *Mapa del Flujo de valor (VSM)*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de <http://www.asqnogales.org/Presentaciones/VSM-ASQ-rev%201.pdf>
2. Casilimas, C. L., & Poveda, R. A. (2012). *Implementacion del sistema de Indicadores de Productividad y mejoramiento OEE (Overall Effectiveness Equipment) en la linea tuberia en CORPACERO S.A.* Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de <http://www.udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3157626/IMPLEMENTACION+OEE.pdf>
3. Concejo de Salud Ocupacional. (Abril de 2009). *Guia de Inspeccion para la Industria basado en las 5S*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de <https://es.scribd.com/doc/295008879/Metodologia-5-s>
4. Daimon, M., Pailamilla G, L., Allende V, P., & Sepulveda S, J. (2005). *KANBAN*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de <https://es.scribd.com/doc/181251041/kanban>
5. Hernandez, J., & Vizan , A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos Tecnicas e Implantacion*. Madrid: EOI.
6. Minaya, R. (2013). *Lean Estrategias y Herramientas para la aplicación*. Recuperado el 22 de Mayo de 2016, de <https://es.scribd.com/doc/236357046/Sesion-5-Supermarket-Sistema-Kanban>
7. Minaya, R. (05 de 06 de 2013). *Lean Manufacturing en el Peru - Rumbo al World Class Manufacturing*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de <http://senseilean.blogspot.pe/2013/06/lean-manufacturing-en-el-peru-rumbo-al.html>
8. Peñaflor Z, A. (2012). *Manual de Apoyo para la capacitacion en Lean Manufacturing*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1897/Tesis.pdf?sequence=1>
9. Rajadell, M., & Sanchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una necesidad*. España: Ediciones Diaz de Santos.

10. Rother, M., & Shook, J. (1999). *Observar para crear valor*. Massachusetts (USA): Lean Enterprise Institute.
11. Ruiz, P., & Diaz, P. (5 de Setiembre de 2008). *Alineando los costes con la producción lean: Lean Accounting*. Recuperado el 25 de 05 de 2016, de http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2008/MANUFACTURING_MANAGEMENT/1152-1162.pdf
12. Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing Paso a Paso*. Mexico: Editorial Norma.
13. Ulloa Chaverri, E. (Abril de 2009). *Guia de Inspeccion para la industria basado en las 5S*. Recuperado el 30 de Noviembre de 2015, de <https://es.scribd.com/doc/295008879/Metodologia-5-s>
14. Villaseñor C, A., & Galindo C, E. (2007). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. Mexico D.F: Editorial LIMUSA S.A de C.V.